



**TUGAS AKHIR - MN 141581**

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBANGUNAN  
KAPAL IKAN MENGGUNAKAN LAMINASI *HYBRID* ANTARA  
BAMBU ORI DENGAN KAYU SONOKEMBANG DENGAN  
VARIASI ARAH SERAT**

**Rizqi Dian Permana  
NRP 4113100026**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**





---

**TUGAS AKHIR - MN 141581**

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBANGUNAN  
KAPAL IKAN MENGGUNAKAN LAMINASI *HYBRID* ANTARA  
BAMBU ORI DENGAN KAYU SONOKEMBANG DENGAN  
VARIASI ARAH SERAT**

**Rizqi Dian Permana  
NRP 4113100026**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**



**FINAL PROJECT - MN 141581**

**TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF FISHING  
VESSELS PRODUCTION USING HYBRID LAMINATED OF  
*BAMBUSA ARUDINACEAE* AND *PTEROCARPUS INDICUS*  
WITH VARIATIONS IN FIBER DIRECTION**

**Rizqi Dian Permana  
NRP 4113100026**

**Supervisor  
Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**



## LEMBAR PENGESAHAN

# ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBANGUNAN KAPAL IKAN MENGGUNAKAN LAMINASI *HYBRID* ANTARA BAMBU ORI DENGAN KAYU SONOKEMBANG DENGAN VARIASI ARAH SERAT

### TUGAS AKHIR

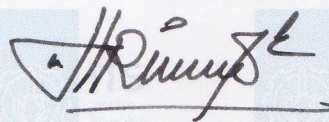
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Industri Perkapalan  
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**RIZQI DIAN PERMANA**  
NRP 4113100026

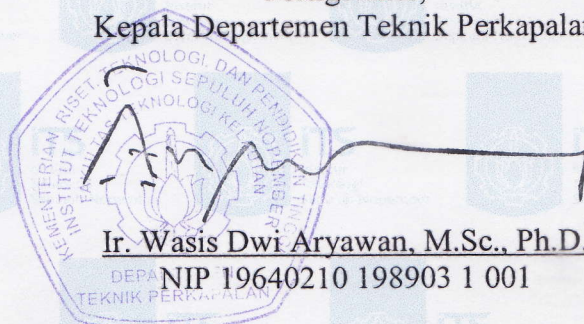
Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.  
NIP 19640416 198903 1 003

Mengetahui,  
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.  
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 22 JANUARI 2018



## LEMBAR REVISI

# ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBANGUNAN KAPAL IKAN MENGGUNAKAN LAMINASI *HYBRID* ANTARA BAMBU ORI DENGAN KAYU SONOKEMBANG DENGAN VARIASI ARAH SERAT

### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 08 Januari 2018

Bidang Industri Perkapalan  
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**RIZQI DIAN PERMANA**  
NRP 4113100026

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

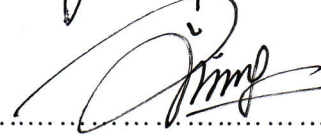
1. Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.



2. Sri Rejeki Wahyu P., S.T., M.T.



3. M. Sholikhhan Arif, S.T., M.T.

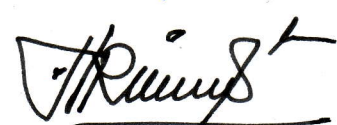


4. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.



SURABAYA, 22 JANUARI 2018

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc. selaku Kepala Laboratorium Teknologi Produksi dan Manajemen Perkapalan Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas izin pemakaian fasilitas laboratorium;
3. Bapak Imam Baihaqi, S.T., M.T. yang telah memberikan bimbingannya dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS.
5. Kedua orang tua yang tiada henti-hentinya mendoakan Penulis dan memberikan dukungan baik moral maupun materiil.
6. Bapak Supardi, Mas Joko Iswanto dan Bapak Deny yang telah membantu Penulis dalam pembuatan spesimen uji di Laboratorium Teknologi Produksi dan Manajemen Perkapalan.
7. Bapak Fairil, Mas Agil dan Bapak Didik serta seluruh karyawan Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan yang telah membantu dalam pengujian spesimen.
8. Ridho, Wisnu Mbah, Dipta, Dwiko, Amin, Fajar Lontong, Fafa, Aryo, Syaghaf serta teman-teman seperjuangan yang senantiasa membantu dan memberikan dukungan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman Batharasurya Batch 2 yang selalu meberikan dukungan kepada Penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman angkatan 2013 (SUBMARINE-P53) yang telah menemani dan memberikan dukungan sejak menjadi mahasiswa baru sampai sekarang.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, 22 Januari 2018

Rizqi Dian Permana

# **ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBANGUNAN KAPAL IKAN MENGUNAKAN LAMINASI *HYBRID* ANTARA BAMBU ORI DENGAN KAYU SONOKEMBANG DENGAN VARIASI ARAH SERAT**

Nama Mahasiswa : Rizqi Dian Permana  
NRP : 4113100026  
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.

## **ABSTRAK**

Kelangkaan Kayu Jati sebagai bahan utama pembuatan kapal ikan tradisional menyebabkan harga kapal semakin mahal. Kayu Sonokembang merupakan dapat menjadi alternatif bahan pembuatan kapal ikan. Kayu ini merupakan kayu yang mudah untuk dikembangkan, tergolong dalam Kelas Kuat dan Kelas Awet III, tetapi tidak tercantum dalam daftar kayu untuk konstruksi kapal kayu yang diterbitkan oleh BKI, berdasarkan literatur hasil penelitian didapatkan kuat tarik dan kuat tekuk laminasi Bambu Ori sebesar 160 MPa dan 84 MPa. Melihat potensi dari Kayu Sonokembang dan kekuatan dari Laminasi Bambu Ori, maka akan dilakukan laminasi *hybrid* terhadap kedua material tersebut. Pengujian tarik dan tekuk akan diaplikasikan pada laminasi *hybrid* sesuai standard ASTM D3500 (uji tarik) dan ASTM D3043 (uji tekuk). Selanjutnya akan dilakukan perhitungan ukuran konstruksi sesuai dengan BKI 2013 Vol VII dan nilai biaya pembangunanan dibandingkan dengan penggunaan Kayu Jati KK II. Dari hasil pengujian diketahui spesimen laminasi *hybrid* dengan variasi susunan serat sejajar memenuhi standar minimum dari BKI yaitu dengan nilai kuat tarik 114,636 MPa dan nilai kuat tekuk 111,606 MPa. Ukuran volumetrik konstruksi kapal ikan yang didapatkan adalah 10,27 m<sup>3</sup> untuk laminasi *hybrid* dan 13,75 m<sup>3</sup> untuk Kayu Jati Solid dan biaya pembangunannya adalah Rp. 460.881.589,- untuk laminasi *hybrid* dan Rp. 776.676.472,- untuk Kayu Jati Solid.

Kata kunci: laminasi *hybrid*, Bambu Ori, Kayu Sonokembang, volumetrik

# **TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF FISHING VESSELS PRODUCTION USING HYBRID LAMINATED OF BAMBUSA ARUDINACEA AND PTEROCARPUS INDICUS WITH VARIATIONS IN FIBER DIRECTION**

Author : Rizqi Dian Permana  
Student Number : 4113100026  
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology  
Supervisor : Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.

## **ABSTRACT**

The rare existence of teak as the main material in building a traditional fishing vessels cause the price of fishing vessels to be more expensive. *Pterocarpus Indicus* can be used as alternative wood build a fishing vessels. This wood which is easy to cultivate, it is categorized in strength and durability III class wood, but it isn't listed in wood list which could be used to build fishing vessels (published by BKI), based on last research *Bambusa Arudinaceae* lamination has 160 MPa tensile strength and 84 MPa bending strength, so this research will do the hybrid lamination between *Bambusa Arudinaceae* and *Pterocarpus Indicus*. Tensile and flexure test standard that will be used in hybrid lamination based on ASTM D3500 (tensile test) and ASTM D3043 (flexure test). Then it's scantling will be calculated according to BKI 2013 Vol VII, and the building cost will be compared to teak. The test results showed that only laminated hybrid specimens with paralel variations of fibrous fiber which has a tensile strength of 114.636 MPa and a bending strength value of 111.606 MPa, fulfill BKI minimal standard. The volume of fishing vessels constructions are 10,27 m<sup>3</sup> (hybrid laminate) and 13,75 m<sup>3</sup> (Solid Teak Wood) and the the building cost is Rp 460.881.589,- for hybrid laminate and Rp. 776.676.472,- for Solid Teak Wood.

Keywords: hybrid laminate, *Bambusa Arudinaceae*, *Pterocarpus Indicus*, volumetric

# DAFTAR ISI

LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR SIMBOL .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat.....	3
1.6. Hipotesis.....	3
BAB 2 STUDI LITERATUR.....	5
2.1. Kapal Ikan .....	5
2.2. Gambaran Umum Bambu.....	7
2.3. Bambu Ori .....	9
2.4. Sifat Mekanik Bambu.....	10
2.5. Gambaran Umum Kayu .....	11
2.6. Kayu Sonokembang .....	12
2.7. Kayu Jati.....	15
2.8. Material <i>Hybrid</i> .....	17
2.9. Biaya produksi.....	18
2.10. Standar Uji Tarik dan Uji Tekuk Laminasi <i>Hybrid</i> .....	19
2.11. Peraturan BKI 2013 Vol VII .....	20
BAB 3 METODOLOGI .....	29
3.1. Metode.....	29
3.2. Survey Lapangan.....	29
3.3. Proses Pembuatan Spesimen Uji .....	30
3.3.1. Alat dan Bahan .....	30
3.3.2. Pemilihan Bambu .....	31
3.3.3. Pemilihan Kayu .....	32
3.3.4. Pengolahan Material Menjadi Papan Laminasi .....	33
3.3.5. Pembuatan Spesimen Uji .....	37
3.3.6. Pengujian.....	38
3.3.5. 1 Pengujian Tarik .....	38
3.3.5.2 Pengujian Tekuk .....	39
3.4. Analisa Teknis.....	39
3.5. Perhitungan Ukuran Konstruksi .....	40
3.5.1. Analisa Ekonomis .....	40

3.6.	Lokasi Pengerjaan .....	41
BAB 4	HASIL PENGUJIAN DAN DATA SURVEY .....	45
4.1.	Pendahuluan .....	45
4.2.	Pengujian Tarik .....	45
4.2.1.	Hasil Pengujian Tarik.....	45
4.2.2.	Rekapitulasi Hasil Pengujian .....	50
4.3.	Pengujian Tekuk.....	51
4.3.1.	Hasil Pengujian Tekuk .....	51
4.3.2.	Rekapitulasi Hasil Pengujian .....	55
4.4.	Data Hasil Survey Kapal Ikan 20 GT.....	56
4.4.1.	Lokasi Survey .....	56
4.4.2.	Waktu Survey .....	56
4.4.3.	Hasil Survey .....	56
BAB 5	ANALISA TEKNIS DAN PERHITUNGAN UKURAN KONSTRUKSI .....	59
5.1.	Pendahuluan .....	59
5.2.	Analisa Teknis.....	59
5.3.	Nilai Mekanik Berdasarkan Hasil Pengujian .....	60
5.4.	Tegangan Izin Laminasi <i>Hybrid</i> .....	66
5.5.	Data dan Desain Kapal Ikan 20 GT .....	67
5.6.	Perhitungan Ukuran Konstruksi .....	68
BAB 6	ANALISA EKONOMIS .....	71
6.1.	Pendahuluan .....	71
6.2.	Analisa Ekonomis .....	71
6.2.1.	Biaya Material Laminasi <i>Hybrid</i> .....	71
6.2.2.	Perhitungan Biaya Lainnya .....	72
6.3.	Kebutuhan Material Kapal Ikan Berbahan Laminasi <i>Hybrid</i> .....	75
6.4.	Biaya Pembangunan Kapal Ikan 20 GT Berbahan Dasar Laminasi <i>Hybrid</i> .....	75
6.5.	Biaya Pembangunan Kapal Ikan 20 GT Berbahan Dasar Kayu Jati Solid.....	76
6.6.	Perbandingan Biaya Pembangunan Kapal Ikan 20 GT Berbahan Laminasi <i>Hybrid</i> dengan Kayu Jati Solid .....	77
BAB 7	KESIMPULAN DAN SARAN.....	79
7.1.	Kesimpulan.....	79
7.2.	Saran.....	79
	DAFTAR PUSTAKA.....	81
	LAMPIRAN	
	LAMPIRAN A TABEL KAYU YANG BOLEH DIGUNAKAN UNTUK KONSTRUKSI KAPAL IKAN	
	LAMPIRAN B PROSES PEMBUATAN SPESIMEN UJI	
	LAMPIRAN C DATA HASIL UJI TARIK	
	LAMPIRAN D DATA HASIL UJI TEKUK	
	LAMPIRAN E GRAFIK <i>LOAD</i> HASIL UJI TARIK	
	LAMPIRAN F GRAFIK <i>LOAD</i> HASIL UJI TEKUK	
	LAMPIRAN G ANALISIS HASIL UJI TARIK	
	LAMPIRAN H REKAPITULASI ANALISIS HASIL UJI TARIK	
	LAMPIRAN I REKAPITULASI ANALISIS HASIL UJI TEKUK	
	LAMPIRAN J DOKUMENTASI SURVEY	
	LAMPIRAN K <i>LINES PLAN</i> KAPAL IKAN 20 GT LAMONGAN	



LAMPIRAN L PERHITUNGAN UKURAN KONSTRUKSI

LAMPIRAN M PERHITUNGAN EKONOMIS

LAMPIRAN N PERBANDINGAN TOTAL BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL IKAN 20 GT

LAMPIRAN O STANDAR ASTM D3500

LAMPIRAN P STANDAR ASTM D3043

LAMPIRAN Q SURAT KETERANGAN KAYU

BIODATA PENULIS

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kapal Ikan 30 GT .....	5
Gambar 2.2 Bambu Petung.....	8
Gambar 2.3 a) Bambu Simpodial, b) Bambu Monopodial.....	8
Gambar 2.4 Bambu Ori .....	10
Gambar 2.5 Kayu Sonokembang .....	13
Gambar 2.6 Kayu Jati .....	15
Gambar 3.1 Pengukuran lebar gading .....	30
Gambar 3.2 Batang Bambu Ori .....	31
Gambar 3.3 Bilah Bambu Ori.....	32
Gambar 3.4 Kayu Sonokembang gelondongan .....	32
Gambar 3.5 Surat Keterangan Riwayat Pohon.....	33
Gambar 3.6 Proses planner bilah.....	34
Gambar 3.7 Proses pemotongan .....	34
Gambar 3.8 Ilustrasi laminasi (a) Variasi susunan arah serat sejajar (b) Variasi susunan arah serat menyilang (c) Variasi susunan arah serat diagonal (d) Variasi susunan arah serat diagonal silang.....	35
Gambar 3.9 Penyusunan papan laminasi .....	35
Gambar 3.10 Proses pencampuran perekat.....	36
Gambar 3.11 Proses pengepressan papan laminasi .....	37
Gambar 3.12 Dimensi spesimen uji tarik .....	37
Gambar 3.13 Dimensi spesimen uji tekuk.....	38
Gambar 3.14 Proses pengujian tarik.....	38
Gambar 3.15 Proses pengujian tekuk .....	39
Gambar 3.16 Diagram alir penelitian .....	43
Gambar 4.1 Grafik load spesimen 4 susunan arah serat sejajar .....	46
Gambar 4.2 Grafik load spesimen 2 susunan arah serat menyilang.....	47
Gambar 4.3 Grafik load spesimen 1 susunan arah serat diagonal .....	48
Gambar 4.4 Grafik load spesimen 1 variasi susunan arah serat diagonal silang.....	49
Gambar 4.5 Grafik load spesimen 2 susunan arah serat sejajar .....	52
Gambar 4.6 Grafik load spesimen 2 variasi susunan arah serat menyilang .....	53
Gambar 4.7 Grafik load spesimen 1 susunan arah serat diagonal .....	54
Gambar 4.8 Grafik load spesimen 4 susunan arah serat diagonal silang .....	55
Gambar 4.9 Kapal Ikan 20 GT di Lamongan .....	56
Gambar 5.1 Grafik rata-rata nilai <i>stress</i> laminasi <i>hybrid</i> .....	62
Gambar 5.2 Grafik rata-rata nilai MOE laminasi <i>hybrid</i> .....	62
Gambar 5.3 Grafik rata-rata nilai <i>strain</i> laminasi <i>hybrid</i> .....	63
Gambar 5.4 Grafik rata-rata nilai <i>defleksi</i> laminasi <i>hybrid</i> .....	64
Gambar 5.5 Grafik rata-rata nilai <i>bending strength</i> laminasi <i>hybrid</i> .....	64
Gambar 5.6 Grafik rata-rata nilai MOE laminasi <i>hybrid</i> .....	66
Gambar 5.7 Pengukuran lebar kapal.....	67
Gambar 5.8 <i>Lines plan</i> Kapal Ikan 20 GT Lamongan .....	68

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelas kuat kayu .....	12
Tabel 2.2 Kelas awet kayu.....	12
Tabel 2.3 Harga Kayu Sonokembang.....	14
Tabel 2.4 Harga Kayu Jati .....	16
Tabel 2.5 Perhitungan ukuran galar.....	22
Tabel 2.6 Perhitungan lunas dan linggi haluan .....	23
Tabel 2.7 Perhitungan ketebalan kulit .....	24
Tabel 2.8 Perhitungan ukuran wrang.....	25
Tabel 2.9 Daftar jenis kayu yang dapat digunakan untuk bagian konstruksi kapal ikan .....	27
Tabel 4.1 Pengujian kuat tarik variasi susunan arah serat sejajar .....	46
Tabel 4.2 Hasil pengujian tarik variasi susunan arah serat menyilang.....	47
Tabel 4.3 Hasil pengujian kuat tarik susunan arah serat diagonal.....	48
Tabel 4.4 Hasil pengujian kuat tarik variasi susunan arah serat diagonal silang .....	49
Tabel 4.5 Rekapitulasi hasil pengujian tarik .....	50
Tabel 4.6 Hasil pengujian tekuk variasi susunan arah serat sejajar.....	51
Tabel 4.7 Hasil pengujian tekuk variasi susunan arah serat menyilang .....	52
Tabel 4.8 Hasil pengujian tekuk variasi susunan arah serat diagonal .....	53
Tabel 4.9 Hasil pengujian tekuk variasi susunan arah serat diagonal silang.....	54
Tabel 4.10 Rekapitulasi hasil pengujian tekuk.....	55
Tabel 5.1 Perhitungan <i>mechanical properties</i> dari hasil pengujian tarik .....	61
Tabel 5.2 Perhitungan <i>mechanical properties</i> dari hasil pengujian tekuk .....	65
Tabel 5.3 Ukuran konstruksi .....	69
Tabel 5.4 Perhitungan Volumetrik Konstruksi.....	69
Tabel 6.1 Biaya material dasar .....	72
Tabel 6.2 Biaya kebutuhan perekat .....	72
Tabel 6.3 Total biaya pokok .....	73
Tabel 6.4 Total biaya variable .....	74
Tabel 6.5 Biaya Tenaga Kerja .....	74
Tabel 6.6 Biaya pembangunan Kapal Ikan 20 GT .....	75
Tabel 6.7 Total biaya pembangunan Kapal Ikan 20 GT berbahan laminasi <i>hybrid</i> .....	76
Tabel 6.8 Total biaya pembangunan Kapal Ikan 20 GT berbahan kayu jati solid .....	76
Tabel 6.9 Perbandingan biaya pembangunan .....	77

## DAFTAR SIMBOL

KK	=	kelas kuat
KA	=	kelas awet
$\sigma$	=	kuat tarik [N/mm <sup>2</sup> ]
$\rho$	=	massa jenis material [kg/m <sup>3</sup> ]
P	=	beban maksimum [kN]
A <sub>0</sub>	=	luas penampang [mm <sup>2</sup> ]
$\varepsilon$	=	strain [mm]
$\Delta L$	=	selisih pertambahan panjang [mm]
L <sub>0</sub>	=	panjang awal [mm]
MoR	=	modulus patah [MPa]
<i>l</i>	=	panjang spesimen [mm]
b	=	lebar spesimen [mm]
t	=	tebal spesimen [mm]
MoE	=	modulus elastisitas [GPa]
$\delta$	=	defleksi [mm]
M	=	momen [Nm]
W	=	modulus [m <sup>3</sup> ]
<i>fk</i>	=	faktor kelengkungan
P <sub>d</sub>	=	beban pada konstruksi [kN]
$\sigma_{Rm}$	=	kuat tekuk [N/mm <sup>2</sup> ]
L	=	panjang kapal [m]
B	=	lebar kapal [m]
H	=	tinggi kapal [m]
T	=	sarat kapal [m]

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Kayu Jati adalah bahan utama dalam pembuatan kapal ikan tradisional di Indonesia, akan tetapi kini ketersediaan Kayu Jati semakin sedikit. Kelangkaan ini diakibatkan oleh penebangan liar yang tidak terkendali, kerusakan hutan di Indonesia pada periode 2009-2013 mencapai lebih dari 1,13 juta hektar per tahun (FWI, 2014). Di sisi lain untuk memperoleh kayu yang memenuhi standar konstruksi dibutuhkan waktu yang tidak sebentar, begitu juga dengan waktu tanamnya, agar dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan kapal ikan dibutuhkan waktu yang cukup lama, yaitu sekitar 30-40 tahun.

Kelangkaan ini mengakibatkan harga Kayu Jati semakin mahal. Kemudian dipilih material Kayu Sonokembang sebagai material pengganti Kayu Jati sebagai bahan baku pembuatan kapal ikan. Kayu Sonokembang merupakan kayu yang memiliki pertumbuhan yang cukup cepat dan mudah untuk dikembangkan yaitu dengan biji dan stek batang. Dari segi ekonomis kayu ini memiliki harga yang lebih murah yaitu antara Rp. 250.000,- sampai dengan Rp. 3.000.000,- per m<sup>3</sup> tergantung dari panjang dan diameter kayu. Biasanya Kayu Sonokembang dimanfaatkan sebagai perabotan rumah tangga, seperti meja, kursi, lemari dan berbagai hiasan dinding. Sedangkan untuk kulitnya sering digunakan sebagai pewarna pakaian. Meskipun kayu ini termasuk dalam kayu dengan Kelas Kuat III dan Kelas Awet III namun penggunaannya sebagai bahan konstruksi jarang ditemukan, terlebih lagi dalam penggunaannya sebagai bahan konstruksi pembuatan kapal. Berdasarkan peraturan dari BKI, persyaratan kayu yang boleh digunakan dalam pembangunan kapal ikan adalah kayu yang memiliki Kelas Kuat III dan Kelas Awet III, namun kayu jenis ini tidak tercantum dalam tabel daftar kayu yang boleh digunakan sebagai material konstruksi kapal ikan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Supomo (2016) laminasi Bambu Ori memiliki kekuatan yang melebihi kekuatan dari Kayu Jati Kelas Kuat I, yaitu dengan nilai *stress* sebesar 160 MPa dan *bending strength* sebesar 84 MPa. Dari sinilah terpicirkan untuk melakukan laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang yang akan digunakan sebagai material pembuatan Kapal Ikan. Oleh karena itu dalam Tugas Akhir ini akan dilakukan penelitian tentang kuat tarik dan kuat tekuk laminasi *hybrid* antara

Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang dan pengaruhnya terhadap ukuran konstruksi serta biaya pembangunan Kapal Ikan 20 GT.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Sehubungan dengan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi arah serat laminasi *hybrid* Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang terhadap kekuatan tarik dan tekuk material?
2. Apakah nilai kuat tarik dan tekuk laminasi *hybrid* bambu dengan kayu sonokembang dengan berbagai variasi arah serat memenuhi tegangan izin BKI tahun 2013 tentang "*Rules for Small Vessels up to 24 m*"?
3. Bagaimana pengaruh penggunaan material laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dan Kayu Sonokembang ditinjau dari aspek teknis?
4. Berapa biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan Kapal Ikan 20 GT menggunakan laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang?

## **1.3. Tujuan**

Tujuan dari pengerjaan tugas akhir ini adalah :

1. Mengidentifikasi kuat tarik dan tekuk laminasi *hybrid* dengan variasi arah serat.
2. Mengidentifikasi kelayakan laminasi *hybrid* dengan variasi arah serat antar lapisan sesuai tegangan izin BKI tahun 2013 tentang "*Rules for Small Vessels up to 24 m*".
3. Mengetahui pengaruh variasi arah serat laminasi *hybrid* untuk ukuran Kapal Ikan 20 GT ditinjau dari aspek teknis.
4. Mengetahui biaya pembangunan Kapal Ikan 20 GT menggunakan laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang.

## **1.4. Batasan Masalah**

Adapun batasan-batasan masalah dalam Tugas Akhir ini antara lain :

1. Material yang digunakan adalah Bambu Ori (*Bambusa arundinacea*) dan Kayu Sonokembang (*Pterocarpus indicus*).
2. Lem yang digunakan adalah lem "*Epoxy Polymade Marine Use*".
3. Variasi arah serat laminasi *hybrid* yang digunakan adalah sebagai berikut :
  - a. Sejajar
  - b. Menyilang

- c. Diagonal
  - d. Diagonal silang
4. Standar pengujian menggunakan ASTM D-3500 untuk uji tarik dan ASTM D-3043 untuk uji tekuk.
  5. Kapal yang digunakan sebagai sampel perhitungan adalah kapal kayu penangkap ikan 20 GT yang berasal dari daerah Lamongan.
  6. Analisa teknis akan dibandingkan dengan tegangan izin minimum yang telah disyaratkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia.
  7. Analisa ekonomis yang dilakukan akan dibandingkan dengan penggunaan kayu jati KK II sebagai bahan dasar pembuatan Kapal Ikan ukuran 20 GT.

### **1.5. Manfaat**

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut :

1. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat memberi wawasan baru yang dapat memacu para ahli dan peneliti untuk menggali lebih dalam mengenai kemampuan unik laminasi *hybrid* sebagai konstruksi kapal ikan.
2. Secara praktis, diharapkan hasil dari Tugas Akhir ini dapat berguna sebagai referensi para *owner* dan galangan untuk membuat kapal ikan berbahan laminasi *hybrid*.

### **1.6. Hipotesis**

Material laminasi *hybrid* dengan arah serat sejajar memiliki kekuatan tarik dan tekuk yang memenuhi tegangan izin sesuai persyaratan BKI tahun 2013 tentang "*Rules for Small Vessels up to 24 m*". Biaya pembuatan kapal ikan menggunakan material laminasi *hybrid* ini lebih murah dari pada menggunakan material kayu jati KK II.

Halaman ini sengaja dikosongkan



## **BAB 2**

### **STUDI LITERATUR**

#### **2.1. Kapal Ikan**

Kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis apapun yang digerakkan dengan tenaga mekanik, angin atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah (PP No.51 tahun 2002 Tentang Perkapalan). Selanjutnya dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor PER 05/MEN/2008 menyebutkan kapal perikanan adalah kapal, perahu atau alat apung lain yang dipergunakan untuk melakukan penangkapan ikan, mendukung operasi penangkapan ikan, pembudidaya ikan, pengangkutan ikan, pengolahan ikan, pelatihan perikanan dan penelitian atau eksplorasi pikanan. Kapal penangkap ikan adalah kapal yang secara khusus dipergunakan untuk menangkap ikan, termasuk menampung, menyimpan, mendinginkan dan/atau mengawetkan.



Gambar 2.1 Kapal Ikan 30 GT  
sumber : [www.kairosanugerahmarina.co.id](http://www.kairosanugerahmarina.co.id)

Sebagai Negara maritim, 70% dari luas Indonesia adalah lautan. Hampir seluruh penduduk yang menghuni daerah pesisir pantai berprofesi sebagai nelayan. Dalam proses melaut mencari ikan, umumnya para nelayan masih menggunakan kapal ikan tradisional. Walaupun sudah ada kapal ikan modern namun tidak banyak nelayan yang memilikinya. Berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia no. 16 tahun 2010,

yang termasuk kapal ikan adalah kapal, perahu, atau alat apung lain yang digunakan untuk melakukan penangkapan ikan, mendukung operasi penangkapan ikan, pembudidayaan ikan, pengangkutan ikan, pengolahan ikan, pelatihan perikanan, dan penelitian/eksplorasi perikanan.

Menurut Ayodhya (1972) karakteristik kapal ikan berbeda dengan jenis lainnya sehingga memiliki beberapa keistimewaan, antara lain :

1. Alat bantu penangkapan ikan (*Fishing Equipment*)

*Fishing Equipment* berbeda untuk setiap kapal dan tidak semua kapal dilengkapi dengan alat bantu, tergantung dari jenis alat tangkap yang digunakan dan target penangkapan.

2. Luas lingkup area pelayaran

Kapal memiliki kemampuan jelajah yang baik pada kondisi perairan yang beragam. Luas lingkup area pelayaran ikan ditentukan oleh pergerakan kelompok ikan, daerah, musim ikan dan migrasi

3. Kecepatan kapal

Kapal perikanan harus memiliki *Horse Power* (HP) yang lebih besar dibandingkan dengan jenis kapal lainnya pada *Gross Tonnage* (GT) yang sama. Kecepatan tinggi pada kapal ikan digunakan untuk mengejar kumpulan ikan, menuju *fishing ground* dan mengangkut hasil tangkapan.

4. Mesin penggerak

Kapal perikanan membutuhkan tenaga mesin penggerak yang cukup besar, sedangkan volume mesin diusahakan tidak terlalu besar dengan getaran yang kecil.

5. Kemampuan olah gerak kapal

Kapal harus mampu melakukan olah gerak yang optimal pada saat pengoperasian, seperti kemampuan *steer ability* yang baik pada saat mengejar ikan, radius putaran (*turning circle*) yang kecil dan daya dorong (*propulsive engine*) yang dapat dengan mudah membuat kapal bergerak maju dan mundur.

6. Konstruksi

Konstruksi kapal ikan harus kuat, hal ini dikarenakan dalam operasi penangkapan ikan akan menghadapi kondisi alam yang berubah-ubah, dan konstruksi kapal harus mampu meminimumkan getaran yang timbul dari mesin yang digunakan

7. Layak laut

Kapal dapat digunakan dalam operasi penangkapan ikan secara terus menerus dan cukup tahan untuk melawan kekuatan angin dan gelombang, memiliki stabilitas yang baik, daya apung yang cukup, serta memiliki periode *rolling* yang kecil

#### 8. Fasilitas penyimpanan dan pengolahan ikan

Umumnya kapal perikanan dilengkapi dengan fasilitas seperti : *cool room*, *freezing room*, *processing machine*, dan lain-lain. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga mutu hasil tangkapan tetap baik hingga ke *fishing base*.

### 2.2. Gambaran Umum Bambu

Bambu merupakan nama untuk sekumpulan rumput-rumputan berbentuk pohon kayu atau perdu yang lurus, dengan batang yang biasanya tegak kadang memanjat, mengayu dan bercabang, dapat mencapai umur panjang dan lazimnya mati tanpa mengalami masa berbunga (Heyne, 1987). Batang bambu terdiri dari ruas-ruas yang berongga dengan panjang dan jumlah bervariasi dan dipisahkan oleh buku-buku. Waktu munculnya batang muda (atau disebut juga rebung) berbeda untuk setiap jenis bambu, ada yang muncul pada awal musim penghujan, sedangkan pada jenis yang lain muncul pada pertengahan atau akhir musim penghujan (Heyne, 1987). Berdasarkan sistem percabangan rimpangnya, secara garis besar bambu dapat dibagi 2 tipe yaitu yang tumbuh secara *simpodial* sehingga menghasilkan rumpun yang rapat seperti pada marga *Bambusa*, *Dendrocalamus*, *Gigantochloa*, dan *Schizostachyum* yang merupakan marga bambu yang banyak dijumpai di daerah tropis, yang lainnya yang tumbuh secara *monopodial* atau *horizontal* dan bercabang secara *lateral* dan menghasilkan rumpun dengan letak 9 batang tersebar sehingga mudah ditebang. Marga yang termasuk golongan ini adalah *Arundinaria* dan *Phyllostachys* banyak dijumpai di daerah beriklim sedang seperti China.

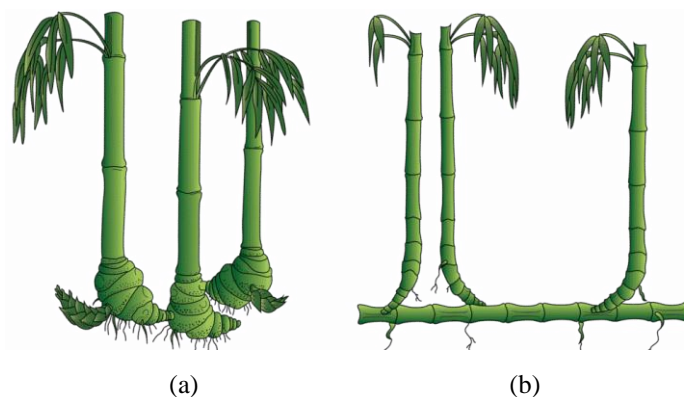
Bambu adalah tumbuhan yang batangnya berbentuk buluh, beruas, berbuku-buku, berongga, mempunyai cabang, berimpang dan mempunyai buluh yang menonjol, dan bambu termasuk suku *graminae*. Menurut Liese dalam Alvin dan Murphy (1988) struktur anatomi dan kandungan kimia dinding sel berbeda-beda tergantung pada jenis, umur dan ketinggian batang bambu. Seluruh jaringannya terbentuk oleh aktivitas *meristem* pucuk dan terkadang *meristem* buku *intercalary*. (Hsiung et al., 1980 dalam Alvin dan Murphy, 1988). Menurut Liese (1988) pada ruas mengandung serat sekitar 40%, dan jaringan parenkim dasar sekitar 50%, sementara sisanya diisi jaringan perantara, korteks tipis dan epidermis. Serat dan jaringan dasar yang mempunyai kandungan *lignin* mestinya dapat menunjang sifat mekanis bambu. Dalam pengelolaan bambu umumnya dipanen pada umur 3-4 tahun, kekuatannya seringkali meningkat seiring kenaikan umur, dan mencapai maksimum pada umur 3 tahun; kekuatan fisiknya dapat dipredikisi berdasarkan struktur anatomi (Liese, 1988). Beberapa jenis bambu yang ada di

Indonesia antara lain adalah : bambu petung, bambu hitam, Bambu Ori, bambu mayan, bambu andong dan bambu tali.



Gambar 2.2 Bambu Petung  
sumber : [www.basic-24.com](http://www.basic-24.com)

Berdasarkan pertumbuhannya, bambu dapat dibedakan dalam dua kelompok besar, yaitu bambu *simpodial* dan bambu *monopodial*. Bambu *simpodial* tumbuh dalam bentuk rumpun, setiap *rhizome* hanya akan menghasilkan satu batang bambu, pada Gambar 2.3 (a) terlihat bambu muda tumbuh mengelilingi bambu yang tua. Bambu *simpodial* tumbuh di daerah tropis dan subtropics, sehingga hanya jenis ini saja yang dapat dijumpai di Indonesia. Di Indonesia bambu dapat ditemukan di dataran rendah sampai pegunungan dengan ketinggian sekitar 300 mdpl. Bambu *monopodial* berkembang dengan *rhizome* yang menerobos ke berbagai arah di bawah tanah dan muncul ke permukaan tanah sebagai pohon bambu yang individual, seperti tampak pada Gambar 2.3 (b). (<http://bamboeindonesia.wordpress.com>)



(a) (b)  
Gambar 2.3 a) Bambu Simpodial, b) Bambu Monopodial  
sumber : <http://bamboeindonesia.wordpress.com>

Menurut Janssen (1980), keuntungan pemakaian bambu adalah :

- a. Bambu mempunyai sifat mekanis yang baik

- b. Bambu tumbuh sangat cepat dan dapat dibudidayakan oleh penduduk
- c. Kulit terluar bambu banyak mengandung *silica*, yang dapat melindungi bambu
- d. Pengerjaan bambu hanya membutuhkan alat yang sederhana.

Sedangkan kerugian bambu adalah :

- a. Bentuk batang bambu tidak persis silinder tetapi agak kerucut
- b. Bambu membutuhkan upaya pengawetan untuk memperoleh jangka pemakaian yang cukup lama
- c. Bambu mudah terbakar.

Hasil penelitian dari *Indian Plywood Industries Research and Training Institute (IPIRTI)*, ditemukan bambu memiliki beberapa karakteristik yang unik, antara lain :

- a. Proses produksi yang lebih mudah jika dibandingkan dengan baja, plastik, aluminium atau logam lainnya
- b. Memiliki nilai kuat tarik yang tinggi dibandingkan dengan baja karbon atau kayu
- c. Bambu yang berusia 4-5 tahun memiliki sifat fisik yang lebih unggul dibandingkan kayu berumur 40-50 tahun.
- d. Memiliki kapasitas pembebanan yang tinggi.

Dari data diatas, dapat diketahui dari beberapa aspek bambu lebih baik daripada kayu, namun bambu juga memiliki kelemahan apabila digunakan sebagai bahan baku secara langsung. Namun dengan kemajuan teknologi saat ini sangat memungkinkan untuk dapat mengolah bambu menjadi balok-balok dengan kekuatan yang tinggi. (puskim.pu.go.id)

### **2.3. Bambu Ori**

Bambu Ori (*Bambusa arundinaceae*) adalah bambu yang pada buku batang dan rantingnya tumbuh duri. Tumbuhan ini masih berkerabat dekat dengan bambu kuning, bambu emblong, bambu leleba, bambu sasa, dan bambu cina. Batang Bambu Ori berwarna hijau dengan panjang 15–25 m. Panjang ruas antara 25–35 cm, dengan diameter 8–15 cm dan ketebalan dinding rata-rata 2-3 cm. *Nodus* batang yang lebih rendah menunjukkan cincin dari akar udara, dengan sebuah cincin abu-abu atau coklat di bawah dan di atas bekas luka selubung. Cabang biasanya terdapat pada bagian tengah batang ke atas, dan memiliki beberapa cabang bergerombol dengan jumlah antara 1-3 cabang yang dominan lebih besar. Berdaun berbentuk tombak dan rata-rata panjangnya antara 10–20 cm dan lebar 12–25 mm. Habitat jenis bambu ini tumbuh di daerah tropis lembab atau kering di sepanjang tepi sungai, lereng bukit, dan sungai air tawar. Tumbuhan ini dapat hidup pada ketinggian rendah atau sedang, biasanya sampai dengan

300 m (di Taiwan sampai 1.000 m). Spesies ini lebih menyukai pH rendah (5-6,5). Batangnya sering dimanfaatkan untuk konstruksi, keranjang, *furniture*, peralatan dapur, kerajinan tangan, sumpit, topi dan mainan. Bambu ini juga digunakan sebagai bahan bakar jika kayu langka. Jenis bambu ini juga memiliki potensi besar untuk rehabilitasi lahan marginal dan dapat digunakan untuk perbatasan daerah pertanian sebagai pagar hidup, sebagai penahan angin, atau untuk mencegah erosi di sepanjang sungai.



Gambar 2.4 Bambu Ori  
sumber : budidarma.com

## 2.4. Sifat Mekanik Bambu

Sifat mekanik merupakan sifat yang berhubungan dengan kekuatan bahan dan merupakan ukuran kemampuan suatu bahan untuk menahan gaya luar yang bekerja padanya. Sifat mekanik bambu diketahui dari berbagai penelitian yang bertujuan untuk memanfaatkan bambu sebagai struktur dan bahan konstruksi bangunan secara maksimal. Sifat mekanik bambu dipengaruhi :

- Jenis spesies
- Umur saat ditebang
- Kandungan air
- Posisi batang (pangkal, tengah, ujung)
- Posisi nodia dan internodia.

Sifat mekanik bambu yang penting untuk perencanaan konstruksi bambu (Frick, 2004 dan Haniza, 2005), antara lain :

### 1. Kuat tekuk

Kekuatan bambu menahan gaya tekan tergantung pada bagian lurus dan bagian antar ruas batang bambu. Bagian batang tanpa ruas mempunyai kuat tekan 8-45% lebih besar daripada batang bambu yang beruas.

## 2. Kuat tarik

Ada dua macam kekuatan tarik, yang pertama adalah kekuatan tarik tegak lurus serat dan yang kedua kekuatan tarik searah serat. Pada bambu, kekuatan tarik yang paling kuat adalah kekuatan tarik searah serat. Kekuatan bambu untuk menahan gaya tarik tergantung pada bagian batang mana yang digunakan. Bagian pangkal memiliki kekuatan 12% lebih tinggi daripada bagian kepala atau ujung.

## 3. Modulus elastisitas

Modulus elastisitas merupakan keteguhan lentur pada batas elastis bahan. Peningkatan nilai modulus elastisitas seiring dengan peningkatan keteguhan lentur suatu bahan. Modulus elastisitas bambu berkisar antara 98070-294200 kg/cm<sup>2</sup>, tetapi untuk perancangan dipakai E sebesar 294200 kg/cm<sup>2</sup>. (Tular dan Sutijan, 1961)

## 4. Kuat geser

Kekuatan geser adalah kekuatan untuk menahan gaya geser yang membantu suatu bagian bambu bergeser dari bagian lain di dekatnya. Bagian batang yang beruas memiliki kekuatan terhadap gaya geser 50% lebih rendah dari pada batang bambu tanpa ruas. Kuat geser bambu bergantung pada ketebalan dinding batang bambu.

### 2.5. Gambaran Umum Kayu

Kayu merupakan salah satu sumber alam yang dapat diperbarui, pemanfaatannya sebagai bahan konstruksi untuk perumahan, gedung, jembatan dan sebagainya sudah lama dikenal disamping bahan baja dan beton. Disamping tuntutan arsitektural, bahan kayu memiliki berbagai keunggulan antara lain : lebih ringan, tahan terhadap zat kimia serta mudah dalam pengerjaannya. Dalam perkembangannya, kayu banyak digunakan sebagai alternatif dalam perencanaan pekerjaan-pekerjaan sipil, diantaranya adalah rangka kuda-kuda, rangka dan gelagar jembatan, struktur perancah, kolom dan balok lantai bangunan. Peranan kayu sebagai bahan struktur masih banyak digunakan. Kayu memiliki kekurangan dan kelebihan. Kelebihan kayu adalah sebagai berikut :

1. Memiliki sisi keindahan yang khas.
2. Berkekuatan tinggi dengan nilai berat jenis yang rendah.
3. Realtif mudah dikerjakan dan diganti.
4. Pengaruh temperatur terhadap perubahan bentuk dapat diabaikan.
5. Tahan terhadap pengaruh bahan kimia dan listrik.

6. Pada kayu yang sudah kering memiliki daya hantar panas dan listrik yang rendah, sehingga baik bila digunakan sebagai partisi.

Tabel 2.1 Kelas kuat kayu

Kelas Kuat	Berat Jenis	Tekan-Tarik // Serat		Tarik I Serat		Kuat Lentur	
		Absolut	Izin	Absolut	Izin	Absolut	Izin
I	$\geq 0.900$	> 650	130		20	> 1100	150
II	0.60-0.90	425-600	85		12	725-1100	100
III	0.40-0.60	300-425	60		8	500-725	75
IV	0.30-0.40	215-300	45		5	360-500	50
V	$\leq 0.300$	<215	-		-	<360	-

Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 1979

Sedangkan kekurangan kayu adalah sebagai berikut :

1. Adanya sifat-sifat kayu yang kurang homogen (tidak seragam), cacat kayu (mata kayu, retak, dll).
2. Untuk beberapa jenis kayu tertentu harganya relatif mahal dan ketersediaannya terbatas.
3. Kekuatannya sangat dipengaruhi oleh jenis kayu, mutu, kelembapan dan pengaruh waktu pembebanan.
4. Beberapa jenis kayu memiliki nilai keawetan yang cukup rendah.
5. Keterbatasan ukuran khususnya untuk memenuhi kebutuhan struktur bangunan yang makin berskala besar dan tinggi.

Tabel 2.2 Kelas awet kayu

Kondisi konstruksi	Kelas Awet / Umur Konstruksi				
	I	II	III	IV	V
Berhubungan dengan tanah lembab	8	5	3	Pendek	Pendek
Terbuka namun terlindung dari matahari dan hujan	20	15	10	Pendek	Pendek
Terlindung dari udara bebas tapi tidak di coating	Tak Terbatas	Tak Terbatas	Cukup Lama	Pendek	Pendek
Terlindung dari udara bebas dan dipelihara/dicoating	Tak Terbatas	Tak Terbatas	Tak Terbatas	20 tahun	20 tahun
Diserang hama/rayap	Tidak	Jarang	Agak Cepat	Cepat	Cepat

Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 1979

## 2.6. Kayu Sonokembang

Kayu Sonokembang ini juga termasuk salah satu jenis kayu khas dari daerah tropis yang terbukti memiliki nilai komersial cukup baik di pasaran. Di Indonesia, kayu yang juga dikenal dengan nama kayu *angsana* ini banyak tersebar di beberapa daerah seperti di Sumatera, Jawa, Sulawesi, Maluku dan Sumba.



Meskipun Kayu Sonokembang ini bisa dibilang masih kalah populer jika dibandingkan dengan jenis kayu pertukangan lainnya seperti kayu jati, kayu mahoni ataupun kayu sonokeling, tapi di kalangan para pengolah atau para pengrajin kayu, penggunaan kayu ini ternyata juga cukup banyak. Umumnya, oleh mereka Kayu Sonokembang ini digunakan sebagai bahan baku untuk membuat aneka macam produk *furniture* layaknya kayu jati seperti meja, kursi, ukir-ukiran dll. Selain itu, Kayu Sonokembang juga umum digunakan sebagai kayu bangunan seperti reng dan usuk.

Kayu Sonokembang banyak digunakan oleh masyarakat (para pengrajin kayu) karena kayu ini terbukti cukup kuat, meskipun tidak sekuat dan seawet kayu jati, tapi tingkat kekuatannya lumayan baik bisa dikatakan setara dengan tingkat kekuatan dan keawetan kayu mahoni.(rimbakita.blogspot.co.id)



Gambar 2.5 Kayu Sonokembang  
sumber : [www.dutarimba.com](http://www.dutarimba.com)

Ciri-ciri Kayu Sonokembang adalah sebagai berikut :

- Warna kayu : kayu ini umumnya berwarna kuning, meskipun ada juga yang berwarna coklat tua (mendekati merah).
- Tekstur kayu : Kayu Sonokembang memiliki tekstur yang agak halus dan ada juga yang sedikit agak kasar. Karena teksturnya inilah Kayu Sonokembang bisa digunakan untuk membuat ukiran dengan baik.
- Bobot kayu : termasuk berbobot sedang (hampir sama dengan bobot kayu mahoni).
- Tingkat keawetan : lumayan awet (termasuk jenis kayu dengan tingkat keawetan kelas III).
- Tingkat kekuatan : lumayan kuat (tergolong ke dalam jenis kayu dengan kelas kuat III).
- Tingkat kekerasan: termasuk sedang tapi ada juga yang keras.
- Daya retak : rendah
- Kembang susut : kecil

- Bisa dipanen ketika usia kayu diatas 10 tahun.
- Proses pengeringan atau pengovenan : termasuk baik. Sebab umumnya, tidak akan terjadi cacat yang begitu berarti ketika kayu ini di keringkan atau dioven.
- Sifat pengerjaan : termasuk mudah. Kayu Sonokembang ini dapat dengan mudah dipotong, digergaji, digerinda atau digosok, dibentuk dll. Oleh sebab itu, kayu ini banyak digunakan oleh para pengrajin furniture untuk membuat beraneka macam *furniture*.

Tabel 2.3 Harga Kayu Sonokembang

Panjang (m)	Harga Per m3 (Dalam Ribuan Rupiah)					
	Diameter (cm)					
	1 s/d 19	20-29	30-39	40-49	50-59	>60
MUTU PERTAMA (P)						
0.5-0.9	243	405	674	877	1080	1316
1.0-1.9	405	675	1125	1462	1801	2194
2.0-2.9	540	900	1500	1950	2400	2925
3.0-3.9	594	990	1649	2144	2639	3218
>4.0	626	1043	1739	2262	2784	3398
MUTU KEDUA (D)						
0.5-0.9	223	372	620	806	992	1208
1.0-1.9	372	620	1033	1342	1653	2013
2.0-2.9	496	826	1377	1791	2203	2686
3.0-3.9	545	909	1515	1968	2424	2953
>4.0	575	959	1598	2076	2556	3115
MUTU KETIGA (T)						
0.5-0.9	193	322	537	698	859	1046
1.0-1.9	322	537	895	1163	1432	1744
2.0-2.9	429	716	1193	1550	1909	2326
3.0-3.9	472	787	1312	1706	2100	2558
>4.0	498	930	1384	1799	2214	2698
MUTU KEEMPAT (M)						
0.5-0.9	149	248	414	538	661	806
1.0-1.9	248	414	689	895	1103	1344
2.0-2.9	331	551	919	1194	1470	1791
3.0-3.9	364	606	1010	1314	1616	1970
>4.0	383	639	1065	1385	1704	2078

Sumber : dutarimba.blogspot.co.id

Angsana dalam perdagangan kayu termasuk kedalam kelas kayu Indah II. Harga bibit Angsana sesuai dengan sumber situs jual beli online seharga Rp 55.000 untuk bibit dengan ukuran tinggi 12 – 14 cm. Sedangkan harga kayu Angsana gelondong/log sesuai dengan sumber dari CV Duta Rimba yang diperoleh dari Harga Jual Dasar (HJD) Perhutani dapat dilihat pada Tabel 2.3:

## 2.7. Kayu Jati

Jati (*Tectona grandis*) adalah sejenis pohon penghasil kayu bermutu tinggi. Pohon besar, berbatang lurus, dapat tumbuh mencapai tinggi 30-40 m. Berdaun besar, yang luruh di musim kemarau. Jati dapat tumbuh di daerah dengan curah hujan 1 500 – 2 000 mm/tahun dan suhu 27 – 36 °C baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Tempat yang paling baik untuk pertumbuhan jati adalah tanah dengan pH 4.5 – 7 dan tidak dibanjiri dengan air. Jati memiliki daun berbentuk elips yang lebar dan dapat mencapai 30 – 60 cm saat dewasa. (Heyne, 1987)

Di Indonesia sendiri, selain di Jawa, jati juga dikembangkan di Bali dan Nusa Tenggara. Dalam beberapa tahun terakhir, ada upaya untuk mengembangkan jati di Sumatera Selatan dan Kalimantan Selatan. Hasilnya kurang menggembirakan. Jati mati setelah berusia dua atau tiga tahun. Masalahnya, tanah di kedua tempat ini sangat asam. Jati sendiri adalah jenis yang membutuhkan zat kalsium dalam jumlah besar, juga zat fosfor. Selain itu, jati membutuhkan cahaya matahari yang berlimpah. (Nandika, 2005)



Gambar 2.6 Kayu Jati  
Sumber : inspiring.id

Kayu jati merupakan kayu kelas satu karena kekuatan, keawetan dan keindahannya. Secara teknis, kayu jati memiliki kelas kekuatan I dan kelas keawetan I. Kayu ini sangat tahan terhadap serangan rayap. Kayu teras jati berwarna coklat muda, coklat kelabu hingga coklat merah tua. Kayu gubal, di bagian luar, berwarna putih dan kelabu kekuningan. Meskipun keras dan kuat, kayu jati mudah dipotong dan dikerjakan, sehingga disukai untuk membuat furniture dan ukir-ukiran. Kayu yang dihaluskan memiliki permukaan yang licin dan seperti berminyak. Pola-pola lingkaran tahun pada kayu teras nampak jelas, sehingga menghasilkan gambaran yang indah.

Tabel 2.4 Harga Kayu Jati

Panjang (m)	Harga Per m <sup>3</sup> (Dalam Ribuan Rupiah)					
	Diameter (cm)					
	s/d 19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-up
<b>MUTU PERTAMA (P)</b>						
0.5-0.9	1063	3689	7716	9645	11574	13793
1.0-1.9	1205	4408	8533	10667	12800	15253
2.0-2.9	1418	4791	9078	11347	13617	16227
3.0-3.9	1631	5510	10984	13730	16476	19634
4.0 ke atas	2836	7205	13481	16476	19472	30000
<b>MUTU KEDUA (D)</b>						
0.5-0.9	975	3332	6826	8532	10239	12201
1.0-1.9	1105	3981	7549	9436	11323	13493
2.0-2.9	1300	4327	8030	10038	12046	14354
3.0-3.9	1495	4976	9717	12146	14575	17369
4.0 ke atas	2600	6508	11925	14575	17225	25000
<b>MUTU KETIGA (T)</b>						
0.5-0.9	886	2975	5936	7419	8903	10610
1.0-1.9	1004	3555	6564	8205	9846	11733
2.0-2.9	1182	3864	6983	8729	10475	12482
3.0-3.9	1359	4443	8449	10562	12674	15103
4.0 ke atas	2363	5811	10370	12674	14979	17974
<b>MUTU KEEMPAT (M)</b>						
0.5-0.9	815	2550	5164	6455	7746	9231
1.0-1.9	924	3046	5711	7138	8566	10208
2.0-2.9	1087	3311	6075	7594	913	10859
3.0-3.9	1250	3808	7351	9189	11027	13140
4.0 ke atas	2174	5230	9022	11027	13031	15638

Sumber : dutarimba.blogspot.co.id

Dengan kehalusan tekstur dan keindahan warna kayunya, jati digolongkan sebagai kayu mewah. Oleh karena itu, jati banyak diolah menjadi mebel taman, mebel interior, kerajinan, panel, dan anak tangga yang berkelas. Sekalipun relatif mudah diolah, jati terkenal sangat kuat dan awet, serta tidak mudah berubah bentuk oleh perubahan cuaca. Atas alasan itulah, kayu jati digunakan juga sebagai bahan dok pelabuhan, bantalan rel, jembatan, kapal niaga, dan kapal perang. (Lincoln, 1989)

Kelebihan dari Kayu Jati adalah :

1. Tergolong pada kayu dengan kelas awet I, dan kelas kuat I-II.
2. Memiliki daya tahan yang kuat terhadap jamur, busuk karena udara lembab atau serangan serangga.
3. Memiliki serat dan tekstur yang unik, sehingga menarik dalam pengaplikasiannya.

4. Adanya kandungan minyak pada Kayu Jati menyebabkan kekuatan Jati lebih baik daripada kayu jenis lain
5. Sifat mekanis : Kayu Jati KK I = kuat tarik 160 MPa, kuat tekuk 84 MPa. Kayu Jati KK II = kuat tarik 78 MPa, kuat tekuk 55,4 MPa.

Sedangkan kekurangan Kayu Jati adalah :

1. Pertumbuhan lambat yang menyebabkan jumlah yang dihasilkan sedikit.
2. Harganya yang sangat mahal.

Berdasarkan data yang didapatkan dari HJD kayu jati (KPH Pati dan Balapulang, 2016) harga kayu jati gelondongan sortimen AI (kayu bulat kecil diameter 4-19cm), AII (kayu bulat sedang diameter 20-29cm), dan AIII (kayu bulat besar diameter >30cm), dengan pembagian 4 jenis mutu, dapat dilihat pada Tabel 2.4.

## 2.8. **Material Hybrid**

*Hybrid* atau komposit adalah kombinasi dari dua bahan atau lebih yang tersusun dengan fasa *matrik* dan penguat yang dipilih berdasarkan kombinasi sifat mekanik dan fisik masing-masing material penyusun untuk menghasilkan material baru dengan sifat yang unik dibandingkan sifat material dasar sebelum dicampur dan terjadi ikatan permukaan antara masing-masing material penyusun. Dengan adanya perbedaan sifat material penyusun dimana antar material harus terjadi ikatan yang kuat maka *wetting agent* perlu ditambahkan. Penyusun komposit terdiri dari *matrik* (penyusun dengan fraksi volume terbesar), *fiber* sebagai penguat (penahan beban utama), *interfasa* (pelekat antar dua penyusun) dan *interface* (permukaan fasa yang berbatasan dengan fasa lain). (Turnip, 2011)

Pada material komposit *matrik* memberikan pengaruh yang lebih besar dalam pengikatan material penyusun selain bertugas untuk mendistribusikan beban dan memberikan perlindungan dari pengaruh lingkungan. *Polyester* dan *vinyl ester resin* umumnya yang paling banyak digunakan sebagai bahan *matrik* dan biasanya digunakan untuk pembuatan produk-produk komersial, industri dan transportasi. Namun bila produk yang dibutuhkan diharapkan untuk memiliki kekuatan yang lebih tinggi maka bahan *epoksi* menjadi pilihan sebagai *matrik*. Meskipun *epoksi* sensitif terhadap kelembaban, namun tetap masih lebih baik dibanding dengan *polyester* serta tahan terhadap penyusutan. Dalam aplikasinya *epoksi* terbatas terhadap temperatur hingga 120°C untuk pemakaian jangka panjang, bahkan pada kondisi tertentu temperatur tertinggi hanya pada sekitar 80°C sampai 105°C. Untuk pemakaian pada temperatur

lebih tinggi sekitar 177°C sampai 230°C dapat menggunakan *bismaleimide resins (BMI)* sebagai matrik.

## **2.9. Biaya produksi**

Setiap produsen sebuah produk harus dapat menghitung biaya produksi agar dapat menentukan harga jual barang yang dihasilkan, namun untuk dapat menghitung biaya produksi, terlebih dahulu harus memahami konsep dan pengertiannya.

Biaya produksi adalah sejumlah pengorbanan ekonomis yang harus dikorbankan untuk memproduksi suatu barang. Menetapkan biaya produksi berdasarkan pengertian tersebut memerlukan kecermatan karena ada yang mudah diidentifikasi, tetapi juga ada yang sulit untuk diidentifikasi (Render, 2001).

Teori biaya produksi berhubungan erat dengan teori fungsi pengeluaran. Keduanya dipengaruhi oleh hukum produksi marjinal yang semakin berkurang. Keduanya juga membedakan analisisnya terhadap jangka pendek dan jangka panjang. (Render, 2001)

1. Jangka pendek: jangka waktu dimana sebagian faktor produksi tidak dapat ditambah jumlahnya.
2. Jangka panjang: jangka waktu dimana sebagian factor produksi dapat mengalami perubahan.

Konsep dari biaya jangka pendek adalah sebagai berikut :

1. Biaya variable merupakan biaya yang besarnya berubah-ubah tergantung dari banyak sedikitnya output yang dihasilkan. Semakin besar jumlah output semakin besar pula biaya variable yang harus dikeluarkan. Yang termasuk dalam biaya variabel ini adalah biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, bahan bakar, listrik dsb.
2. Biaya variable total (TVC) adalah biaya yang besar kecilnya mengikuti banyak sedikitnya output. Dengan kata lain, semakin banyak output yang dihasilkan maka biaya variable yang dibutuhkan akan semakin tinggi.
3. Selain biaya variable juga ada biaya tetap. Biaya tetap (TFC) adalah pengeluaran bisnis yang tidak bergantung pada tingkat barang atau jasa yang dihasilkan oleh bisnis tersebut. Pengeluaran ini berkaitan dengan waktu, seperti gaji atau beban sewa yang dibayar setiap bulan, dan sering disebut sebagai pengeluaran tambahan. Ini berbeda dengan biaya variabel yang berkaitan dengan volume (dan dibayar per barang/jasa yang diproduksi).

4. Jika antara biaya tetap dan biaya variable dijumlahkan, maka hasilnya disebut biaya total (TC). Jadi,  $TC = TFC + TVC$ .

## 2.10. Standar Uji Tarik dan Uji Tekuk Laminasi *Hybrid*

Dalam standar pengujian tarik dan pengujian tekuk, laminasi *hybrid* termasuk dalam standar ASTM mengenai Kayu dan Komposit yang meliputi material *plywood*, papan laminasi, papan komposit dan papan lapis lainnya yang berbahan dasar kayu dengan kode D-3500 untuk Standar Metode Pengujian Tarik dan kode D-3043 untuk Standar Metode Pengujian Tekuk.

Pada ASTM D-3500, metode pengujian dibagi menjadi dua kategori, yaitu kategori A dan kategori B. Kategori A untuk spesimen berukuran kecil dan kategori B untuk spesimen berukuran besar. Laminasi *hybrid* termasuk dalam kategori A. Pada kategori A, dimensi spesimen dibagi menjadi tiga tipe, A, B dan C. Tipe A untuk bilah dengan tebal lebih dari ¼ inchi atau 6 mm, tipe B untuk tebal bilah yang kurang dari ¼ inchi atau 6 mm, sedangkan tipe C untuk *plywood* dengan sudut susunan serat diluar 0 ataupun 90 terhadap panjang spesimen.

Nilai kuat tarik (*stress*) dan regangan (*strain*) spesimen bambu laminasi dihitung dengan menggunakan formula berikut (ASTM D-3500, 2004) :

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

- $\sigma$  : kuat tarik [N/mm<sup>2</sup>]
- $P$  : beban maksimum [N]
- $A_0$  : luas penampang spesimen [mm<sup>2</sup>]
- $\varepsilon$  : strain [mm]
- $\Delta L$  : selisih panjang setelah dilakukan pengujian dan sesudah dilakukan pengujian ( $L_1 - L_0$ ) [mm]
- $L_0$  : panjang awal [mm]

Modulus elastisitas tarik spesimen laminasi *hybrid* dihitung dengan menggunakan formula berikut (ASTM D-3500, 2004) :

$$MoE = \frac{l}{A} \left( \frac{\Delta P}{\Delta L} \right) \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

- MoE : Modulus elastisitas tarik [N/mm<sup>2</sup>]

- l : panjang spesimen [mm]  
A : luas penampang spesimen[mm<sup>2</sup>]  
ΔL : pemuluran (mm)  
ΔP : beban (N)

Pada ASTM D-3043, metode pengujian dibagi menjadi 4 kategori, yaitu kategori A, kategori B, kategori C dan kategori D. Kategori A untuk pengujian tekuk di titik *tengah (center-point test)*, kategori B untuk pegujian tekuk di dua titik (*two-point test*), kategori C untuk pengujian momen alami (*pure moment test*) dan kategori D untuk pengujian tekuk sebagai persyaratan jaminan mutu. Laminasi *hybrid* termasuk pada kategorti A dengan ukuran spesimen 610 x 25 x 25 mm.

Nilai kuat tekuk spesimen laminasi *hybrid* dihitung dengan menggunakan formula berikut (ASTM D-3043, 2004) :

$$MoR = \frac{3}{2} \frac{Pl}{bt^2} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

- MoR : *bending strength* [Mpa]  
Pl : beban [N] x panjang spesimen [mm]  
b : lebar spesimen [mm]  
t : ketebalan spesimen[mm]

Modulus elastisitas laminasi hybrid dihitung dengan menggunakan formula berikut (ASTM D-3043, 2004) :

$$MoE = \frac{l^3}{4bt^3} \delta \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

- MoE : modulus elastisitas [N/mm<sup>2</sup>]  
l : panjang spesimen [mm]  
b : lebar spesimen [mm]  
t : tebal spesimen[mm]  
δ : defleksi [mm]

## 2.11. Peraturan BKI 2013 Vol VII

Pada aturan BKI 2013 tentang ”*Rules for Small Vessels up to 24 m*” terdapat aturan yang mengkhususkan penggunaan kayu laminasi (*cold mould*) sebagai material utama dalam



pembangunan kapal ikan. Berkaitan dengan penggunaan kayu laminasi sebagai bahan pembuatan kapal ikan, workshop yang digunakan untuk membangun kapal kayu harus sepenuhnya tertutup dengan suhu yang tepat dan memiliki ventilasi yang memadai. Apabila menggunakan kayu laminasi dalam pembangunan kapal, maka beberapa persyaratan ini harus diperhatikan :

1. Aturan dari produsen lem tentang penyimpanan dan penggunaan lem serta pengeras harus diamati. Perekat dan pengeras harus disimpan dalam wadah aslinya yang disegel dengan baik dan ditempatkan di tempat yang sejuk dan kering serta harus memperhatikan masa kadaluarsanya.
2. Kelembapan komponen yang akan direkatkan harus memenuhi persyaratan, yaitu berkisar antara 8%-14%. Kelembapan dari komponen yang akan direkatkan sebaiknya memiliki kelembapan yang hampir sama atau perbedaannya tidak lebih dari 4%.
3. Suhu dari permukaan yang akan direkatkan tidak boleh kurang dari 15° C.
4. Permukaan yang akan direkatkan harus bebas dari segala jenis zat asing atau kontaminasi (misalnya pelumas, minyak, cat, kotoran, debu, bubuk kayu ataupun bubuk logam. Selain itu harus terbebas juga dari bahan pengawet. Apabila komponen yang akan direkatkan terkontaminasi zat pengawet, maka kesesuaian pengawet dengan perekat yang akan digunakan harus terlebih dahulu ditunjukkan dan dilakukan uji prosedur oleh BKI.
5. Selama proses perekatan suhu udara tidak boleh berada dibawah 15° C dan kelembapan udara harus berada diatas 45%.
6. Komposisi antara perekat dan pengeras harus sesuai dengan petunjuk manufaktur.
7. Lem yang sudah siap digunakan dioleskan secara merata dengan menggunakan roller atau kuas cat atau dengan benda lain untuk menyatukan lapisan satu dengan lapisan lainnya. Perekat diaplikasikan sedikit demi sedikit agar mengisi sambungan. Sambungan yang tebalnya lebih dari 1 mm tidak diizinkan. Dilanjutkan dengan proses pengepresan, selama proses ini tekanan yang diberikan harus diperhatikan untuk memastikan bahwa tekanan pada veneer memadai.
8. Perusahaan yang memproduksi lambung kayu dan kayu laminasi harus memenuhi persyaratan terkait tentang pekerjaan, peralatan bengkel, pengendalian kualitas, proses manufaktur serta pelatihan dan kualifikasi pegawai yang melaksanakan dan mengawasi pekerjaan.

Tabel 2.5 Perhitungan ukuran galar

L (B/3 + H)	Penampang (cm <sup>2</sup> )	Galar balok		Galar		Galar kim	
		Tinggi (mm)	Tebal (mm)	Tinggi (mm)	Tebal (mm)	Tinggi (mm)	Tebal (mm)
20	55	155	36	0	0	190	47
25	83	180	46	0	0	195	49
30	111	200	55	0	0	205	50
35	138	220	62	0	0	210	52
40	165	240	68	0	0	220	53
45	192	265	73	0	0	225	54
50	219	280	79	0	0	235	55
60	273	295	61	96	96	245	57
60	273	275	65	0	0	245	57
70	327	325	67	105	105	255	58
70	327	305	72	0	0	255	58
80	380	350	72	113	113	270	59
80	380	320	77	0	0	270	59
90	423	370	76	119	119	270	60
90	423	345	81	0	0	270	60
100	471	390	81	125	125	275	61
100	471	365	86	0	0	275	61
110	520	410	84	132	132	280	62
110	520	385	90	0	0	280	62
120	556	430	88	136	136	285	63
120	556	395	93	0	0	285	63
130	592	490	91	140	140	285	64
130	592	410	97	0	0	285	64
140	630	450	93	145	145	290	65
140	630	425	100	0	0	290	65
160	710	255	80	134	134	290	66
180	785	270	83	141	141	300	66
200	846	290	86	146	146	305	67
220	930	300	88	152	152	310	67
240	980	315	90	157	157	310	68
260	1040	325	92	162	162	315	68

Sumber : tabel 5 BKI Vol VII, 2013

Selain itu, pada aturan BKI tahun 2013 ini juga mengatur tentang perhitungan ukuran konstruksi. Langkah awal dalam menggunakan peraturan klasifikasi BKI 2013 adalah persyaratan ukuran utama kapal ikan yang meliputi : panjang kapal (L), lebar kapal (B), tinggi kapal (H) dan sarat kapal (T). Variabel ukuran utama ini akan digunakan sebagai dasar perancangan ukuran member konstruksi kapal ikan. Dalam menghitung ukuran komponen konstruksi kapal ikan berbahan kayu solid dan laminasi *hybrid* ada beberapa hal yang berlainan.

Beberapa ukuran konstruksi dihitung dengan menggunakan angka penunjuk, sedangkan beberapa ukuran member konstruksi yang lainnya dihitung dengan menggunakan formula empiris yang telah ditetapkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia.

Tabel 2.6 Perhitungan lunas dan linggi haluan

L(B/3+H)	Lunas							Linggi Haluan	
	Penampang	Hanya luas luar		Lunas luar		Lunas dalam		Lebar	Tinggi
m	cm <sup>2</sup>	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	mm	
20	320	150	215	125	140	130	115	125	180
25	375	160	235	130	160	135	125	135	195
30	430	170	255	140	170	140	140	145	210
35	485	180	275	145	185	150	145	150	225
40	540	190	295	150	200	155	155	160	240
50	650	210	310	165	220	175	165	175	260
60	750	220	340	175	235	190	175	190	280
70	855	235	365	190	240	205	195	200	300
80	955	250	380	205	255	215	200	215	315
90	1060	265	400	215	275	225	210	225	335
100	1160	275	420	225	280	235	225	235	355
120	1370	305	450	250	300	260	240	255	385
140	1570	0	0	270	320	280	255	275	415
160	1775	0	0	280	350	295	270	295	440
180	1985	0	0	290	370	310	290	310	460
200	2190	0	0	310	390	325	300	325	480
220	2400	0	0	330	400	340	320	340	510
240	2600	0	0	340	415	360	330	355	530
260	2800	0	0	350	435	375	340	370	550

Sumber : tabel 1a BKI Vol VII, 2013

Angka penunjuk yang digunakan dalam menentukan dan menghitung ukuran utama member konstruksi ada dua macam, yaitu :  $L(B/3+H_1)$  dan  $(B/3+H_1)$ . Nilai angka penunjuk  $k$ ,  $L(B/3+H_1)$  digunakan untuk menentukan ukuran konstruksi lunas, linggi, galar kim, galar dan galar balok. Setelah ditentukan nilai angka penunjuk, selanjutnya akan dicocokkan dengan daftar ukuran konstruksi pada Tabel 2.5, Tabel 2.6 dan Tabel 2.7. Nilai  $(B/3+H_1)$  merupakan penunjuk untuk mencari ukuran konstruksi wrang. Melalui bantuan tabel dan angka penunjuk diperoleh ukuran member konstruksi yang dimaksud dengan melihat pada Tabel 2.8. Jika dalam tabel tidak tercantum, maka perlu dilakukan interpolasi, sehingga dapat diperoleh nilai yang rasional. Dari hasil beberapa perhitungan tersebut, selanjutnya ditabulasikan untuk seluruh bagian konstruksi kapal ikan berbahan kayu solid.

Tabel 2.7 Perhitungan ketebalan kulit

L(B/3+H)	Gading		Kulit
	Tunggal	Berganda	Tebal
	Jarak gading		
m2	mm	mm	mm
1	2	3	4
35	315	350	39
40	330	365	41
45	340	380	43
50	355	395	45
60	380	425	49
70	405	450	52
80	425	475	56
90	440	490	60
100	455	505	63
120	485	540	67
140	515	570	72
160	530	590	76
180	545	605	80
200	560	620	83
220	570	630	87
240	575	640	90
260	585	650	94

Sumber : tabel 6a BKI Vol VII, 2013

Sedangkan untuk kapal ikan berbahan laminasi *hybrid* menggunakan prosedur yang sedikit berbeda. Untuk ukutan dan kapasitas kapal ikan yang sama, nilai ukuran hasil perhitungan berdasarkan tabel (seperti pada perhitungan ukuran konstruksi kayu solid) akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan formula persamaan momen (BKI, 2013). Momen yang terjadi pada elemen konstruksi kapal kayu dan kapal bambu laminasi dianggap sama besar.

$$M_1 = M_2 \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\sigma_1 W_1 = \sigma_2 W_2 \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

$M_x$  : momen yang terjadi pada member konstruksi (Nm)

$\sigma_1$  : *tensile strength* material (MPa)

$W_x$  : modulus member konstruksi (m<sup>3</sup>)

Perhitungan pada permodelan matematis diatas digunakan untuk menghitung modulus dari member konstruksi lunas, linggi, gading, galar kim, galar dan galar balok. Perhitungan

ukuran konstruksi kapal dengan bahan laminasi *hybrid* ini dihitung dengan menggunakan rumus perbandingan kekuatan tarik kayu Jati Solid KK II dengan laminasi *hybrid*.

Tabel 2.8 Perhitungan ukuran wrang

B/3 + H	Tinggi wrang	
	Hanya lunas luar	Lunas luar dan lunas dalam
m	mm	mm
2,40	170	140
2,60	180	150
2,80	190	160
3,00	200	170
3,40	220	190
3,80	240	210
4,20	260	225
4,60	280	250
5,00	-	270
5,40	-	285
5,80	-	305
6,20	-	325
6,60	-	345

Sumber : tabel 4 BKI Vol VII, 2013

Dengan menggunakan konsep dasar momen bending yang terjadi pada sebuah member konstruksi adalah sama besar (BKI, 2013), maka ukuran modulus dari member konstruksi kapal dengan material laminasi *hybrid* dapat dihitung menggunakan konsep ini.

$M_1$  yang merupakan momen yang terjadi pada kapal kayu solid, yang mana nilainya sama dengan  $M_2$ , yaitu momen yang terjadi pada kapal laminasi *hybrid* dan besar tegangan ( $\sigma_1$ ) kayu solid dikalikan modulus ukuran bagian konstruksi kapal kayu solid sehingga modulus ( $W_2$ ) pada kapal laminasi *hybrid* dapat dihitung. Kuat tarik Kayu Jati KK II adalah 78 MPa sedangkan kuat tarik laminasi *hybrid* didapatkan melalui pengujian laboratorium. Dari modulus minimum yang didapatkan kemudian dirancang ukuran *web* dan *face* dari masing-masing bagian konstruksi sehingga didapatkan modulus desain yang sama atau mendekati modulus minimum hasil perhitungan.

Sedangkan untuk perhitungan tebal (laminasi *hybrid*) untuk bagian konstruksi kulit, geladak, dinding bangunan atas dan geladak bangunan atas digunakan persamaan yang ada pada BKI 2013 sebagai berikut :

$$t = 0,0452 \cdot f_k \cdot b \cdot \sqrt{\frac{P_d}{\sigma_{Rm}}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

- $t$  = tebal minimum (mm)  
 $f_k$  = faktor kelengkungan panel kulit  
 $b$  = jarak gading (m)  
 $P_d$  = beban pada konstruksi (kN)  
 $\sigma_{Rm}$  = *ultimate bending strength* [N/mm<sup>2</sup>]

Berdasarkan persamaan 2.8, dibuat sebuah rumus perbandingan, dimana beban pada konstruksi kapal berbahan Kayu Jati Solid diasumsikan sama dengan beban pada konstruksi kapal berbahan laminasi *hybrid*, sehingga didapatkan rumus sebagai berikut :

$$P_d = \left[ \frac{t}{0,0452 \cdot f_k \cdot b} \right]^2 \cdot \sigma_{Rm} \dots\dots\dots (2.9)$$

Karena beban ( $P_d$ ), faktor kelengkungan ( $f_k$ ) dan jarak gading ( $b$ ) pada kedua kapal sama, maka :

$$\left[ \frac{t_1}{0,0452 \cdot f_{k1} \cdot b_1} \right]^2 \cdot \sigma_{Rm1} = \left[ \frac{t_2}{0,0452 \cdot f_{k2} \cdot b_2} \right]^2 \cdot \sigma_{Rm2} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$t_1^2 \cdot \sigma_{Rm1} = t_2^2 \cdot \sigma_{Rm2} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$t_1 = t_2 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{Rm2}}{\sigma_{Rm1}}} \dots\dots\dots (2.12)$$

Berdasarkan persamaan 2.12, maka ketebalan bagian konstruksi kulit, geladak, dinding bangunan atas dan geladak bangunan atas dapat dihitung dan diperoleh ketebalannya. Ketebalan member konstruksi kapal ikan berbahan laminasi *hybrid* sangat dipengaruhi oleh kuat tekuknya yang akan didapatkan melalui hasil pengujian. Berdasarkan persamaan 2.12 diketahui bahwa tebal ( $t$ ) berbanding terbalik dengan akar kuadrat kekuatan tekuk laminasi *hybrid*.

Besar kecilnya ukuran member konstruksi kapal ikan berbahan laminasi *hybrid* juga ditentukan oleh nilai kuat tarik dari laminasi *hybrid* yang didapatkan melalui hasil uji.

BKI mensyaratkan kayu yang digunakan sebagai bantalan beban harus memiliki kualitas yang bagus, melalui proses pengeringan yang baik, bebas dari getah dan kelemahan lain yang dapat merugikan. Kayu yang baik digunakan adalah kayu yang tergolong dalam kelas kuat 1, 2 dan 3, sedangkan kayu dengan kelas kuat 4 dan 5 dapat digunakan setelah mendapatkan persetujuan dari BKI sendiri. Untuk komponen yang tidak terlalu mendapatkan beban terus menerus seperti pada bagian interior tidak ada jenis kayu tertentu yang ditentukan. Jenis-jenis kayu lainnya yang dapat juga digunakan dapat di lihat di Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Daftar jenis kayu yang dapat digunakan untuk bagian konstruksi kapal ikan

No	Nama dagang (huruf besar)	Nama latin (Famili dalam tanda kurung)	Kelas		Berat jenis kering udara ( $U=15\pm3\%$ )			Pemakaian	Tempat Tumbuh
			Awet	Kuat	Min	Max	Rata <sup>2</sup>		
1	BALAU Damar laut, Balau, Sinantok, Pooti, Benuas, Kelepek, Bangki rai, Resak, Minyak Darnadcre	Sharea Spp, Hopea Celebica, Burck (Dipterocarpaceae)	I(II- III)	I-II	0.65	1.22	0.98	Gading, galar, kulit, papan geladak, balok geladak	Sumatera, Sulawesi, Kalimantan
2	JATI, Teak, Taok, Jatos, Deleg, Dodolan, Jate, Kiati	Tectona grandis Lf (Verbenaceae)	I-(II)	II	0.59	0.82	0.70	Semua bagian kapal	Jawa, Sulawesi, Nusa Tenggara
3	MAHONI	Swietenia mahagoni Jocq, Swietenia Machrophylla King (Meliaceae)	III	II- III	0.56	0.76	0.64	Kulit, papan geladak, gading, galar	Jawa
4	MERANTI MERAH Banio, Damar, Lampung, Seraya lanan, Uban salak	Shorea acuminate Dyer (Dipterocarpaceae)	III-IV	II- IV	0.29	1.01	0.55	Papan geladak, konstruksi diatas garis air	Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku
5	MERANTI PUTIH, Kayu takan, Honi, Damar cermin, Mesegar, Meranti bodat	Shorea lamellate (Dipterocarpaceae)	III-IV	II- IV	0.29	0.96	0.54	Papan geladak, konstruksi diatas garis air	Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku
6	ULIN Bulian	Eusideroxylon Zwageri T et B (Lauraceae)	I	I	0.88	1.19	1.04	Semua bagian kapal, bagian yang memerlukan kekuatan	Jawa, Nusa Tenggara

Sumber : Biro Klasifikasi Indonesia, 2015

Berdasarkan Tabel 2.9 Kayu Jati termasuk dalam kayu dengan Kelas Kuat I-II dan Kelas Awet II. Kayu Jati sendiri dapat dipakai untuk seluruh bagian pada kapal. Hal ini berarti kayu jati merupakan kayu yang disarankan untuk digunakan sebagai material utama dalam pembangunan sebuah kapal kayu. Sedangkan kayu yang paling baik untuk digunakan sebagai material utama dalam pembangunan kapal kayu adalah Kayu Ulin. Kayu Ulin termasuk kayu dengan Kelas Kuat I dan Kelas Awet I. Seperti halnya pada Kayu Jati, Kayu Ulin juga dapat dipakai pada seluruh bagian kapal, kayu ini sangat disarankan digunakan untuk dijadikan konstruksi kapal kayu di daerah yang sangat memerlukan kekuatan. Penyebarannya sendiri ada pada Jawa dan Nusa Tenggara. Namun harga kayu jenis ini yang dinilai sangat mahal, maka dari segi ekonomis penggunaan kayu ini sebagai bahan pembuatan kapal ikan dirasakan cukup memberatkan.

Terdapat juga beberapa jenis kayu yang memiliki Kelas Kuat dan Kelas Awet yang sama atau hampir sama dengan Kayu Sonokembang. Yaitu adalah : Kayu Mahoni dan Kayu Meranti, Kayu Meranti sendiri terdiri dari dua jenis yaitu Meranti Merah dan Meranti Putih. Sama halnya dengan Kayu Sonokembang, beberapa jenis kayu yang telah disebutkan diatas juga termasuk kayu dengan Kelas Kuat III dan Kelas Awet III. Pada Tabel 2.9 penggunaan kayu dengan Kelas Kuat dan Kelas Awet III hanya disarankan digunakan pada bagian konstruksi yang berada diatas garis air. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kayu dengan sifat mekanis seperti ini kurang mampu bertahan apabila berada pada bagian konstruksi dibawah air. Daftar kayu yang dapat digunakan sebagai material kapal kayu ini selengkapnya dapat dilihat pada lampiran A.



## **BAB 3**

### **METODOLOGI**

#### **3.1. Metode**

Pada pengerjaan Tugas Akhir ini digunakan metode eksperimen statistik. Metode eksperimen adalah suatu penelitian yang dilakukan untuk mengetahui suatu akibat yang ditimbulkan dari suatu perlakuan yang diberikan secara sengaja. Dalam Tugas Akhir ini penulis melakukan sebuah penelitian terhadap laminasi *hybrid* Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang dengan variasi arah serat. Sedangkan metode statistik digunakan setelah penulis melakukan pengujian laboratorium berupa uji tarik dan uji tekuk pada spesimen yang telah dibuat yang pada akhirnya akan mendapatkan data-data hasil pengujian. Data yang didapatkan dari hasil pengujian akan dianalisa apakah nilai yang didapat memenuhi standar minimum dari Biro Klasifikasi Indonesia.

Setelah didapatkan sifat mekanis material laminasi *hybrid* selanjutnya akan dilakukan perhitungan ukuran konstruksi sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia. Dan pada akhirnya akan dilakukan perhitungan ekonomis laminasi *hybrid* sebagai material konstruksi Kapal Ikan 20 GT yang akan dibandingkan dengan penguunaan Kayu Jati solid.

#### **3.2. Survey Lapangan**

Survey lapangan dilakukan di Desa Kandangsemangkon Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan, yang dilaksanakan pada hari Jumat tanggal 28 April 2018 mulai pukul 10.00 sampai dengan pukul 17.00 WIB. Survey ini dilakukan untuk mendapatkan ukuran utama Kapal Ikan 20 GT di Kabupaten Lamongan. Untuk mendapatkan ukuran utama pada Kapal Ikan 20 GT penulis melakukan wawancara kepada pemilik Kapal Ikan Citra Buana. Selain untuk mendapatkan ukuran utama, survey ini juga bertujuan untuk mendapatkan *lines plan* Kapal Ikan 20 GT yang terdapat di daerah Lamongan. Karena dalam pembangunan kapal ikan ini tidak menggunakan kaidah *spiral design* maka dari pemilik kapal pun tidak memiliki gambar *lines plan* dari kapal ini. Kapal ikan tradisional di daerah Lamongan dibangun berdasarkan kebiasaan masyarakat, mulai dari bentuk, konstruksi, ukuran dan sebagainya.

Oleh karena itu, akhirnya untuk mendapatkan *lines plan* dari kapal ini penulis melakukan pengukuran langsung terhadap koordinat-koordinat pada tiap gading yang ada. Dari

koordinat yang telah didapatkan nantinya akan dilakukan proses *redraw* menggunakan *software AutoCAD*. Selanjutnya setelah mendapatkan bentuk *body plan*, penulis melakukan proses desain kapal ikan ini menggunakan *software Maxsurf Modeler* untuk mendapatkan *lines plan* kapal secara keseluruhan.



Gambar 3.1 Pengukuran lebar gading

Dapat dilihat pada Gambar 3.1 proses pengukuran lebar gading dilakukan untuk mendapatkan lebar kapal pada gading tersebut. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan bentuk *lines plan* dari Kapal Ikan 20 GT di Kabupaten Lamongan. Proses pengukuran ini diulangi terus-menerus sampai mendapatkan data koordinat dari tiap gading yang ada pada Kapal Ikan Citra Buana.

### 3.3. Proses Pembuatan Spesimen Uji

Dalam proses pembuatan spesimen uji hal pertama yang dilakukan adalah memilih bahan baku yaitu Bambu Ori dan Kayu Sonokembang kemudian diolah sampai menjadi papan laminasi. Di bawah ini adalah tahap-tahap yang dilakukan dalam pembuatan papan laminasi.

#### 3.3.1. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang perlu dipersiapkan sebelum pembuatan spesimen uji adalah sebagai berikut :

Alat :

1. Mesin *Auto Single Planner*
2. Mesin *Hand Planner*
3. Alat *press*
4. Alat ukur (penggaris, penggaris siku, meteran, jangka sorong)
5. Alat potong (gergaji dan gerinda)

6. Ragum dan klem
7. Kapi
8. Golok dan Bendo

Bahan :

1. Bambu Ori (*Bambusa Arudinacea*) dengan ketebalan 3 mm
2. Kayu Sonokembang (*Pterocarpus Indicus*) dengan ketebalan 3 mm
3. Lem “*Propan Epoxy Bond EWA-120*”

### 3.3.2. Pemilihan Bambu

Material yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah Bambu Ori (*Bambusa Arudinacea*). Bambu Ori didapatkan dari salah satu perkebunan bambu di wilayah Pacet, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur. Bambu yang dipilih adalah bambu yang memiliki beberapa kriteria yaitu umur bambu minimal 3 tahun, batang bambu yang dicari yang selurus mungkin tanpa adanya lengkungan yang ekstrem atau *zig-zag*.



Gambar 3.2 Batang Bambu Ori

Bambu yang telah ditebang kemudian dipotong sehingga memiliki panjang 4 meter. Setelah bambu dipotong menjadi 4 meter panjang seperti terlihat pada Gambar 3.2. Kemudian dilakukan proses pengawetan dimana bambu akan direndam di sungai dengan air yang terus mengalir selama kurang lebih 3 bulan, setelah itu bambu dibelah menjadi beberapa bagian dengan ukuran lebar bilah sekitar 3,5-4 cm. Bilah bambu kemudian dibersihkan dari ruas-ruasnya agar mudah dalam proses *machining*.



Gambar 3.3 Bilah Bambu Ori

### 3.3.3. Pemilihan Kayu

Material lain yang harus dipersiapkan selain Bambu Ori adalah Kayu Sonokembang (*Pterocarpus Indicus*). Kayu Sonokembang didapatkan dari hutan milik Perum Perhutani di Desa Watu Jabon, Kecamatan Jabon, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Berdasarkan Surat Keterangan Riwayat Pohon (Gambar 3.5) yang dikeluarkan oleh Perum Perhutani ini usia Pohon Sonokembang yang ditebang sudah berusia 35 tahun, dimana pohon ini ditanam pada tahun 1981 dan ditebang pada 18 Desember 2016. Setelah ditebang batang pohon tidak langsung diproses melainkan harus didiamkan terlebih dahulu sedikitnya 1 bulan, hal ini bertujuan untuk mengilangkan getah-getah pohon yang masih tersisa.



Gambar 3.4 Kayu Sonokembang gelondongan

Bagian pohon yang digunakan dalam penelitian ini merupakan dahan pohon yang terletak sekitar 1 meter dari ujung pohon dan memiliki diameter 30 cm dengan panjang 2 m. Kemudian Kayu Sonokembang yang masih berupa gelondongan ini dibelah menjadi lembaran-lembaran kayu menggunakan gergaji selendang dengan dimensi (PxLxT) 1 cm x 10 cm x 100 cm.

**PERUM PERHUTANI**  
(PERUSAHAAN UMUM KEHUTANAN NEGARA) UNIT II JAWA TIMUR  
KESATUAN PEMANGKUAN HUTAN KPH LAWU DS  
Jl. Rimbanya No. 05 Madiun

**Surat Keterangan Riwayat Pohon**

Jenis Pohon	: Pohon Sonokembang
Anak Petak	: 9C
Luas	: 7.0 Ha
BKPH	: Ponorogo Barat
RPH	: Watu Bonang
Desa	: Watu Jabon
Kecamatan	: Jabon
Kabupaten	: Ponorogo
Tahun Tanam	: 1981
Umur	: 35 Th
Tahun Tebang	: 18 Desember 2016
Untuk	: Kayu Produksi
Kemiringan Lapangan	: 5 Sangat Curam
Jenis Tanah	: Lotosol / Coklat

Madiun, tgl : 4 Januari 2017  
Kaur Produksi  
*[Signature]*  
KPH LAWU DS

Gambar 3.5 Surat Keterangan Riwayat Pohon

### 3.3.4. Pengolahan Material Menjadi Papan Laminasi

Bilah bambu dan Kayu Sonokembang yang sudah siap di *machining* kemudian dilakukan proses pemipihan tebal bilah menggunakan mesin *Auto Single Planner*. Fungsi dari proses pemipihan ini adalah agar bilah bambu dan Kayu Sonokembang menjadi pipih dan rata atas dan bawah dengan ketebalan yang seragam, yaitu tebal 2 mm.





Gambar 3.6 Proses planner bilah

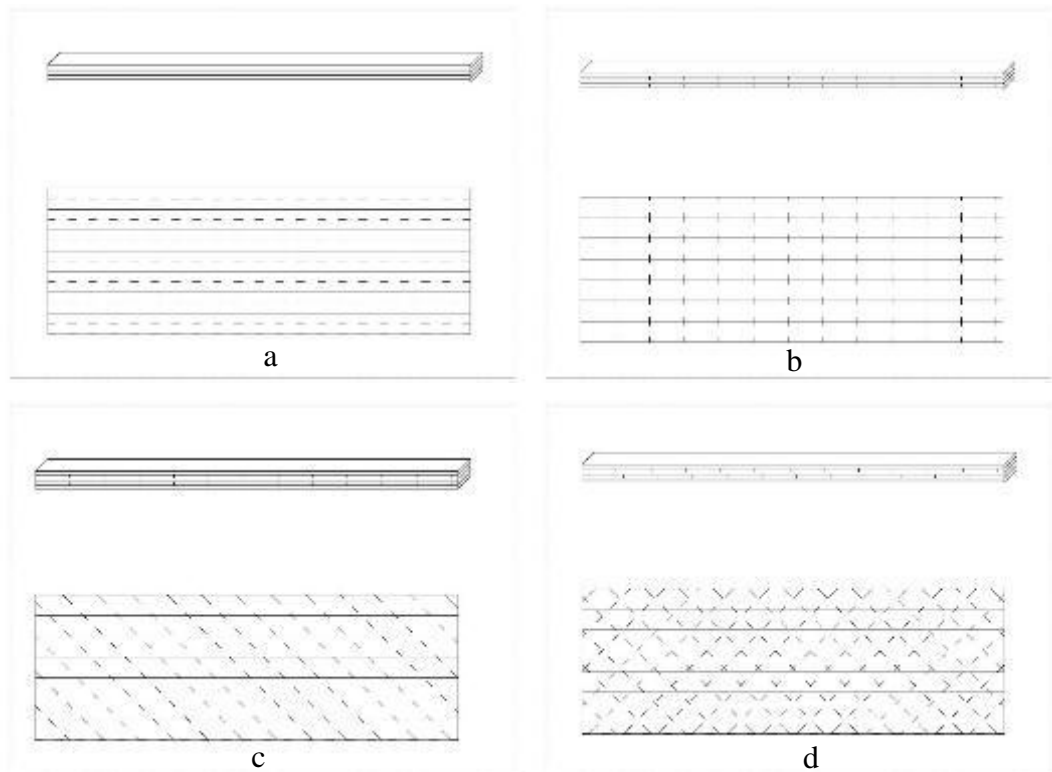
Setelah bilah bambu dan lembaran Kayu Sonokembang selesai di planner, proses selanjutnya adalah pemotongan. Bilah bambu dan lembaran Kayu Sonokembang dipotong hingga memiliki panjang 450 mm untuk spesimen uji tarik dan 650 mm untuk spesimen uji tekuk. Proses pemotongan dilakukan menggunakan gergaji tangan. Bilah bambu yang sudah dipotong kemudian diratakan setiap sisinya menggunakan alat *hand planar*, sedangkan untuk lembaran Kayu Sonokembang tidak perlu melewati proses ini dikarenakan sudah rata saat proses pemotongan menjadi lembaran-lembaran. Proses perataan sisi bilah bambu ini bertujuan agar bilah bambu benar-benar presisi, baik kiri-kanan maupun atas-bawah sehingga memudahkan saat proses penyusunan menjadi papan laminasi.



Gambar 3.7 Proses pemotongan

Bilah bambu dan lembaran Kayu Sonokembang kemudian disusun sesuai dengan variasinya masing-masing. Dalam penyusunan papan laminasi susunan bilah bambu dengan lembaran Kayu Sonokembang disusun hingga memiliki dimensi (PxLxT) 450 mm x 200 mm x 30 mm untuk papan laminasi uji tarik dan dimensi (PxLxT) 650 mm x 200 mm x 30 mm untuk

papan laminasi uji tekuk. Dalam proses penyusunan papan laminasi bilah bambu dan lembaran Kayu Sonokembang diberi nomor untuk memberi keterangan tiap lapisannya.



Gambar 3.8 Ilustrasi laminasi (a) Variasi susunan arah serat sejajar (b) Variasi susunan arah serat menyilang (c) Variasi susunan arah serat diagonal (d) Variasi susunan arah serat diagonal silang

Bilah Bambu Ori dan Kayu Sonokembang yang sudah siap untuk direkatkan kemudian disusun sesuai dengan ilustrasi yang terdapat pada Gambar 3.8. Dalam ilustrasi tersebut garis lurus diperuntukkan untuk bilah Bambu Ori, sedangkan garis putus-putus merupakan ilustrasi dari susunan Kayu Sonokembang.



Gambar 3.9 Penyusunan papan laminasi

Tahap selanjutnya adalah proses pengeleman (perekatan). Sebelum dilakukan proses pengeleman perlu dipersiapkan dulu perekat *epoxy* dengan cara dicampurkan antara *hardener* dengan *resin*-nya, perbandingan dari campuran tersebut adalah 1:1. Setelah *hardener* dan *resin* dimasukan dalam satu wadah yang sama dengan takaran yang sesuai proses pencampuran

dimulai, pencampuran lem dilakukan dengan menggunakan potongan-potongan bambu yang sudah tidak terpakai dan diaduk hingga rata.



Gambar 3.10 Proses pencampuran perekat

Saat proses pencampuran lem berlangsung papan laminasi sudah di susun di atas meja *press*. Kemudian dituangkan lem di tiap-tiap lapisan papan laminasi dan diratakan menggunakan kapi atau alat bantu lainnya, hal ini bertujuan agar lem rata melapisi permukaan tiap lapisan dan mampu mengisi celah-celah antar lapisan dengan baik. Setelah semua lapisan sudah diolesi dengan campuran lem *epoxy* tadi, proses selanjutnya adalah proses pengepressan. Proses ini dilakukan dengan menggunakan plat, profil dan klem. Plat dan profil diletakkan diatas papan laminasi, sedangkan klem digunakan untuk memberikan tekanan pada tiap sisi papan laminasi agar perekat yang sudah dioleskan ke papan laminasi tidak meluber. Setelah plat, profil dan klem sudah pada posisinya masing-masing kemudian papan dan profil diberikan tekanan menggunakan dongkrak, diusahakan agar tekanan yang diberikan tersebar secara merata, hal ini bertujuan agar papan laminasi nantinya memiliki ketebalan yang merata. Proses ini sendiri membutuhkan waktu sedikitnya 12 jam untuk memperoleh hasil yang maksimal.

Setelah papan laminasi kering dan sudah di lepas dari meja *press*, proses selanjutnya adalah membersihkan perekat yang berlebih menggunakan mesin *Auto Single Planar*. Selain untuk membersihkan perekat yang masih tersisa proses ini juga bertujuan untuk menipiskan ketebalan dari papan laminasi menjadi 22 mm. Hal ini dikarenakan *grip* pada *Universal Testing Machine (UTM)* yang dimiliki memiliki ketebalan maksimum 22 mm.

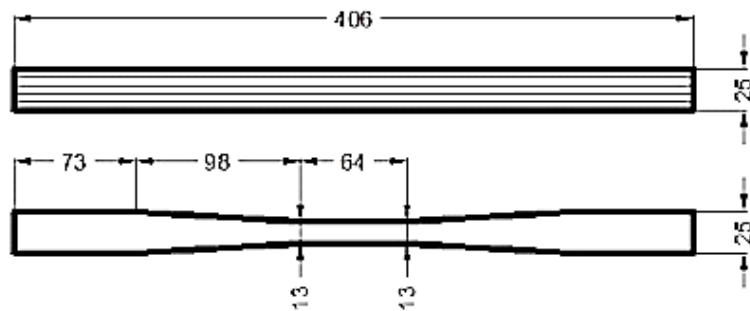




Gambar 3.11 Proses pengepressan papan laminasi

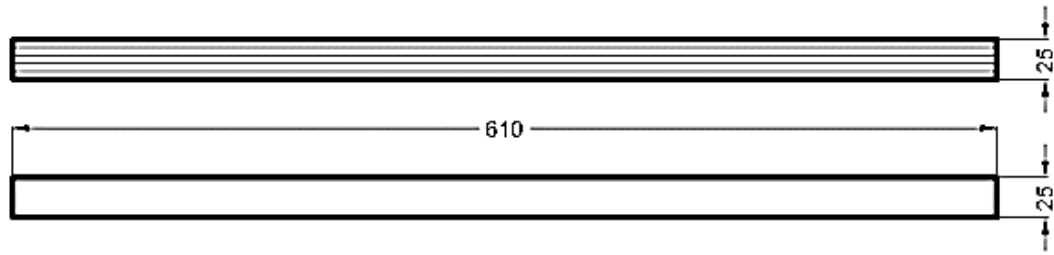
### 3.3.5. Pembuatan Spesimen Uji

Langkah selanjutnya adalah proses pembuatan spesimen uji. Papan laminasi yang sudah selesai akan dipotong hingga membentuk spesimen uji sesuai dengan ukuran standar ASTM D-3500 untuk uji tarik dan ASTM D-3043 untuk uji tekuk.



Gambar 3.12 Dimensi spesimen uji tarik

Pada spesimen uji tarik spesimen dibuat seperti pada Gambar 3.12, dimana panjang spesimen 410 mm, lebar 25 mm dan tebal 22 mm. Kemudian pada tengah spesimen diberikan cekungan atau kurva dengan dimensinya masing-masing. Sedangkan pada spesimen uji tekuk spesimen dibuat berupa balok laminasi dengan dimensi panjang 610 mm, lebar 25 mm dan tebal 25 mm seperti yang terlihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Dimensi spesimen uji tekuk

### 3.3.6. Pengujian

Pada tahapan selanjutnya adalah proses pengujian material. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik dan tekuk menggunakan *Universal Testing Machine (UTM)*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kekuatan masing-masing material dengan variasi arah susunan serat. Dari hasil pengujian dapat diketahui apakah material laminasi *hybrid* tersebut dapat digunakan sebagai komponen kulit kapal. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal, Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

#### 3.3.5. 1 Pengujian Tarik

Sebelum dilakukan proses pengujian tarik, yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah mempersiapkan benda uji. Masing-masing benda uji diberi nomor sesuai dengan variasi agar memudahkan dalam proses pencatatan hasil pengujian. Dalam pengujian tarik skala beban yang digunakan pada *Universal Testing Machine (UTM)* sebesar 40. Hal ini bertujuan agar grafik *load* mudah untuk dibaca.



Gambar 3.14 Proses pengujian tarik

Setelah itu dilakukan kalibrasi pada mesin ini agar jarum menunjukkan angka 0 (nol). Selama proses pengujian spesimen uji harus tetap dijaga atau dikontrol agar tidak terjadi selip dapat dilihat pada Gambar 3.14, sehingga besarnya nilai uji tarik dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada kertas *millimeter block* dapat terbaca dengan baik.

### 3.3.5.2 Pengujian Tekuk

Dalam pelaksanaan pengujian tekuk hal pertama yang harus dilakukan kurang lebih sama dengan pada uji tarik, yaitu persiapan benda uji, penomoran spesimen uji, pengaturan skala beban dan kalibrasi *Universal Testing Machine (UTM)*. Selain beberapa langkah tersebut dalam uji tekuk perlu juga diatur diameter *mandle* yang akan digunakan dan pemosisian tumpuan agar sesuai dengan *L span* dari tiap-tiap spesimen uji. *Mandle* yang digunakan dalam pengujian tekuk ini memiliki diameter sebesar 20 mm, sedangkan *L span*-nya adalah 480 mm. Selanjutnya material diposisikan sedemikian rupa seperti tampak seperti pada Gambar 3.15.

Bunyi patahan pertama kali dari material uji tekuk merupakan titik dimana material tersebut sudah mengalami defleksi. Oleh karena itu, selama proses pengujian, material harus diamati dengan seksama.



Gambar 3.15 Proses pengujian tekuk

## 3.4. Analisa Teknis

Analisa teknis yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dapat dikerjakan apabila sudah dilakukan pengujian terhadap spesimen, baik pengujian tarik maupun pengujian tekuk. Setelah didapatkan data hasil pengujian, kemudian akan dilakukan perhitungan *stress*,

*strain* dan MoE pada pengujian tarik, sedangkan pada pengujian tekuk akan didapatkan *bending strength*, *defleksi* dan MoE.

Dalam perhitungan sifat mekanis material pada pengujian tarik dapat digunakan formula 2.1 untuk mendapatkan nilai *stress*, formula 2.2 untuk mendapatkan nilai *strain* dan formula 2.3 untuk mendapatkan nilai modulus elastisitasnya. Sedangkan untuk mendapatkan sifat mekanis dari hasil pengujian tekuk digunakan formula 2.4 untuk mendapatkan *bending strength*-nya dan formula 2.5 untuk mendapatkan nilai modulus elastisitasnya.

### **3.5. Perhitungan Ukuran Konstruksi**

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, perhitungan ukuran konstruksi menggunakan standar BKI 2013 Vol VII. Dalam perhitungan ukuran konstruksi kapal ikan 20 GT berbahan laminasi *hybrid* digunakan fungsi ukuran utama kapal, yaitu panjang kapal (L), lebar kapal (B), tinggi kapal (H) dan sarat kapal (T). Melalui fungsi ukuran utama kapal, dapat diperoleh ukuran konstruksi seperti yang tertera pada Tabel 2.5, Tabel 2.6, Tabel 2.7 dan Tabel 2.8 untuk memperoleh ukuran galar, galar kim, galar balok, lunas, linggi haluan, gading dan wrang. Metode ini digunakan untuk mendapatkan ukuran konstruksi dari kapal ikan berbahan kayu solid.

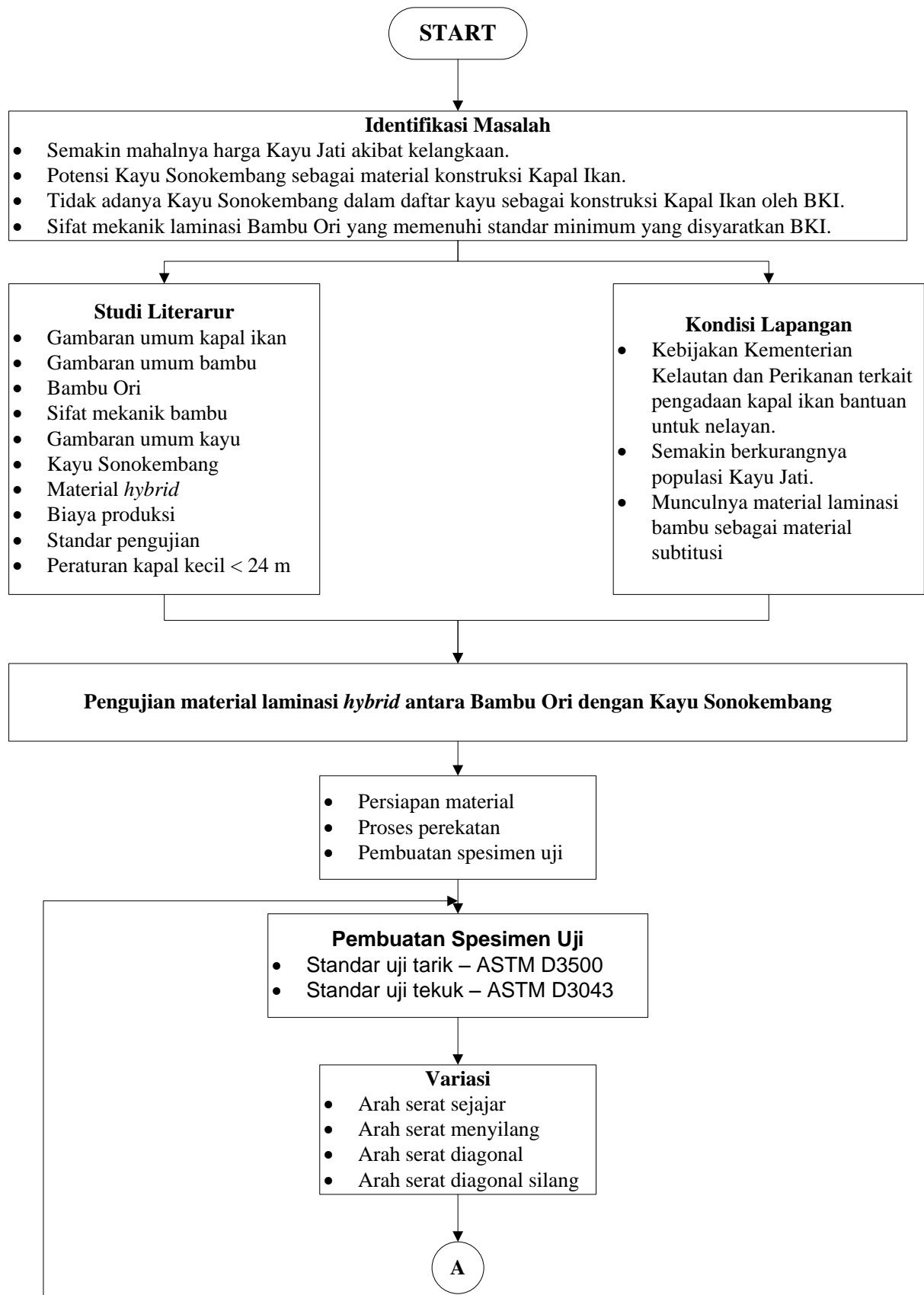
Kemudian setelah didapatkan ukuran member konstruksi pada kapal kayu maka akan dilakukan perhitungan ukuran konstruksi yang ada pada kapal ikan berbahan dasar laminasi *hybrid*. Dimana untuk ukuran lunas, linggi, gading, galar kim, galar dan galar balok dihitung menggunakan formula 2.7. Dari perhitungan yang dilakukan akan mendapatkan nilai modulus dari member konstruksi yang dimaksud. Kemudian setelah mendapatkan nilai modulus masing-masing akan dilihat ukuran konstruksinya pada Tabel 2.5, Tabel 2.6, Tabel 2.7 dan Tabel 2.8. Sedangkan untuk menghitung ketebalan kulit, geladak, dinding bangunan atas dan geladak bangunan atas dihitung menggunakan persamaan 2.12.

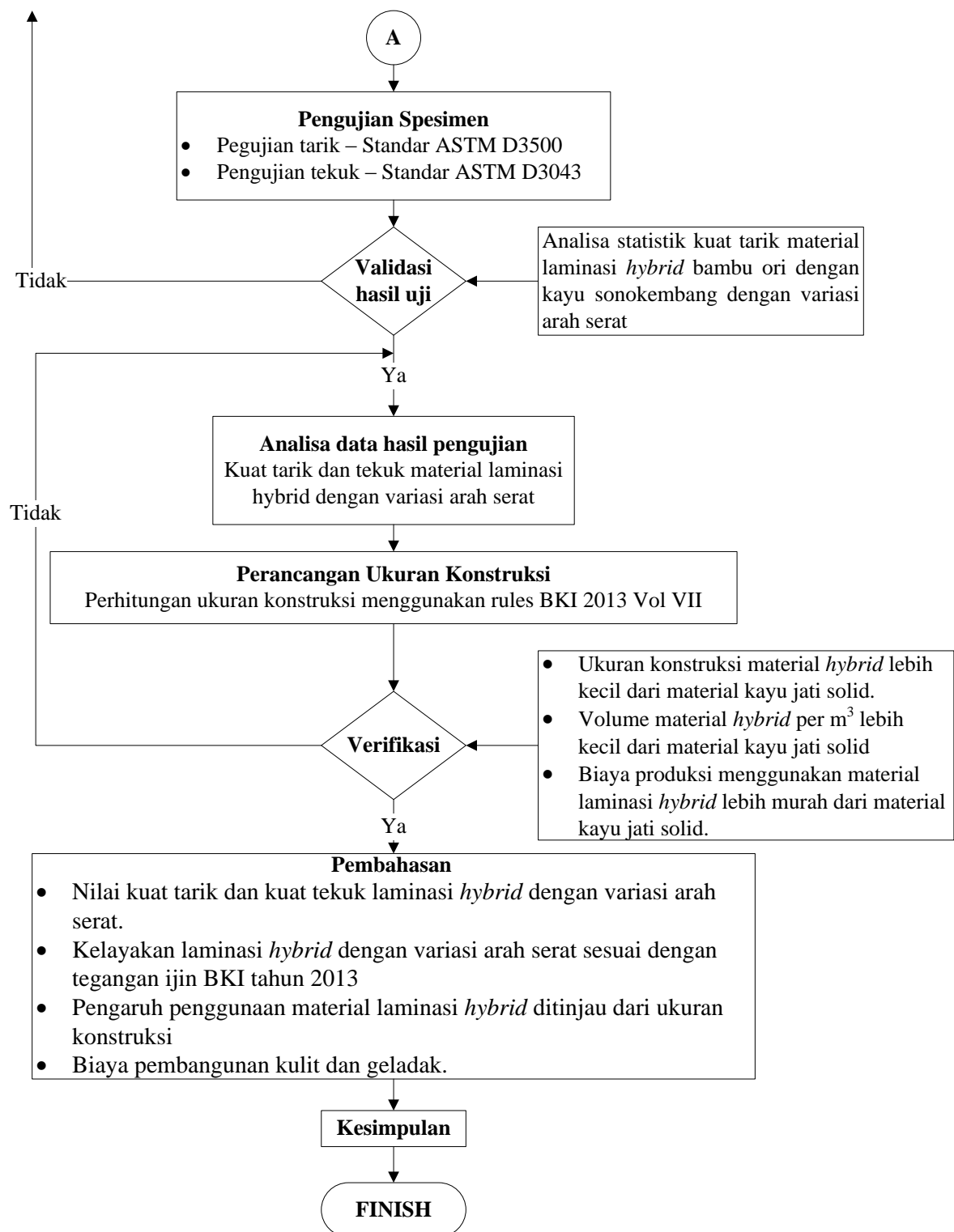
#### **3.5.1. Analisa Ekonomis**

Dalam Tugas Akhir ini analisa ekonomis pembangunan kapal ikan berbahan laminasi *hybrid* akan dibandingkan dengan pembangunan kapal ikan berbahan kayu jati solid. Komponen-komponen biaya yang dihitung antara lain adalah : biaya material, biaya overhead dan biaya tenaga kerja.

### **3.6. Lokasi Pengerjaan**

Proses pembuatan material mentah menjadi papan laminasi dikerjakan di Laboratorium Teknologi Produksi dan Manajemen Perkapalan Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS. Proses pembuatan papan menjadi spesimen uji dilakukan di tempat pemotongan kayu di Keputih Gg. Makam. Proses pengujian tarik dan tekuk dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS.





Gambar 3.16 Diagram alir penelitian

Halaman ini sengaja dikosongkan



## **BAB 4**

### **HASIL PENGUJIAN DAN DATA SURVEY**

#### **4.1. Pendahuluan**

Pada bab ini akan dijelaskan data hasil pengujian laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang untuk mendapatkan karakteristik material laminasi sebagai bahan pembuatan kulit Kapal Ikan 20 GT. Beberapa pengujian yang terkait dengan sifat mekanik yang penting dalam penentuan kekuatan kapal ikan perlu dilakukan. Pengujian yang akan dilakukan seperti yang telah dijelaskan pada Bab 3 akan dilakukan secara bertahap dan kemudian akan menghasilkan data karakteristik mekanik material laminasi *hybrid* Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang.

Bab ini akan menjelaskan tentang hasil pengujian yang akan digunakan sebagai besaran dalam menghitung kekuatan kulit kapal ikan berbahan laminasi *hybrid* Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan data valid yang nantinya akan digunakan sebagai bahan bahasan yang lebih lanjut.

Selain membahas tentang data hasil pengujian, pada bab ini juga akan dibahas tentang data hasil survey Kapal Ikan 20 GT berbahan dasar kayu yang terdapat pada daerah Lamongan, tepatnya berada di Desa Kandangsemangkon Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan.

#### **4.2. Pengujian Tarik**

Prosedur pengujian tarik dilakukan dengan mengikuti peraturan yang terdapat pada ASTM D-3500. Pengujian tarik dilakukan pada 4 variasi susunan arah serat, variasi yang diberikan adalah variasi susunan arah serat sejajar (SJ), susunan arah serat menyilang (SIL), susunan arah serat diagonal (D) dan susunan arah serat diagonal silang (DS). Pada setiap variasi terdiri dari 6 spesimen. Hasil uji tarik didapatkan dari pembacaan jarum ukur pada mesin *Universal Testing Machine (UTM)*.

##### **4.2.1. Hasil Pengujian Tarik**

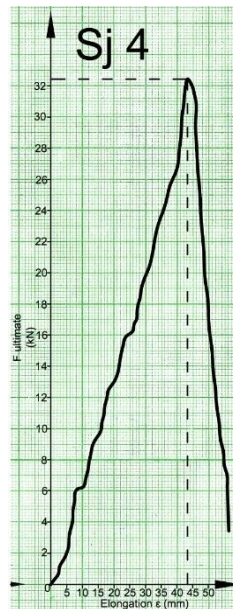
###### **1. Variasi Susunan Arah Serat Sejajar**

Pengujian tarik variasi susunan arah serat sejajar menghasilkan data berupa beban maksimum sebelum spesimen patah seperti terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian kuat tarik variasi susunan arah serat sejajar

No	Code	Schedule Laminasi	W (mm)	T (mm)	L0 (mm)	Elongation (mm)	F <sub>ultimate</sub> (KN)
1	Sj 1	Laminasi Sejajar	13,52	19,25	64	32,2	24,4
2	Sj 2		13,13	18,91	64	37,3	30,8
3	Sj 3		13,35	18,3	64	43,6	32
4	Sj 4		12,95	20,5	64	43,5	32,4
5	Sj 5		13,35	20,2	64	41,2	27,6
Rata-rata :						39,56	29,44

Hasil pengujian dari material laminasi *hybrid* Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang dengan susunan arah serat sejajar diperoleh nilai tarik maksimum hingga spesimen uji mengalami patah. Spesimen 1 (Sj 1) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 24,4 kN dengan nilai pemuluran 32,2 mm. Spesimen 2 (Sj 2) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 30,8 kN dengan nilai pemuluran 37,3 mm. Spesimen 3 (Sj 3) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 32 kN dengan nilai pemuluran 43,6 mm. Spesimen 4 (Sj 4) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 32,4 kN dengan nilai pemuluran 43,5 mm yang dapat dilihat pada Gambar 4.1. Spesimen 5 (Sj 5) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 27,6 kN dengan nilai pemuluran 41,2 mm.



Gambar 4.1 Grafik load spesimen 4 susunan arah serat sejajar

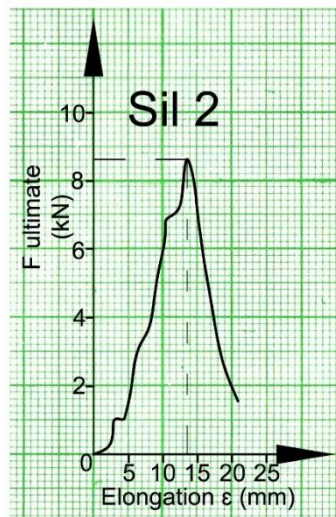
## 2. Variasi Susunan Arah Serat Menyilang

Dari pengujian yang telah dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal, FTK-ITS diperoleh data hasil pengujian tarik laminasi *hybrid* Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang variasi susunan arah serat menyilang sebagaimana tertera pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengujian tarik variasi susunan arah serat menyilang

No	Code	Schedule Laminasi	W (mm)	T (mm)	L0 (mm)	Elongation (mm)	F <sub>ultimate</sub> (KN)
1	Sil 1	Laminasi Menyilang	12,65	20,25	64	22,9	14,2
2	Sil 2		10,38	20,92	64	13,6	8,6
3	Sil 3		11,7	20,98	64	19,3	12,9
4	Sil 4		13,19	19,06	64	30,6	16,8
5	Sil 5		11,38	20,42	64	22,2	12,7
Rata-rata :						21,720	13,040

Hasil pengujian dari material laminasi *hybrid* Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang dengan susunan arah serat menyilang diperoleh nilai tarik maksimum hingga spesimen uji mengalami patah. Spesimen 1 (Sil 1) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 14,2 kN dengan nilai pemuluran 22,9 mm. Spesimen 2 (Sil 2) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 8,6 kN dengan nilai pemuluran 13,6 mm, grafik hasil uji dari spesimen ini dapat dilihat pada Gambar 4.2. Spesimen 3 (Sil 3) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 12,9 kN dengan nilai pemuluran 19,3 mm. Spesimen 4 (Sil 4) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 16,8 kN dengan nilai pemuluran 30,6 mm. Spesimen 5 (Sil 5) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 12,7 kN dengan nilai pemuluran 22,2 mm.



Gambar 4.2 Grafik load spesimen 2 susunan arah serat menyilang

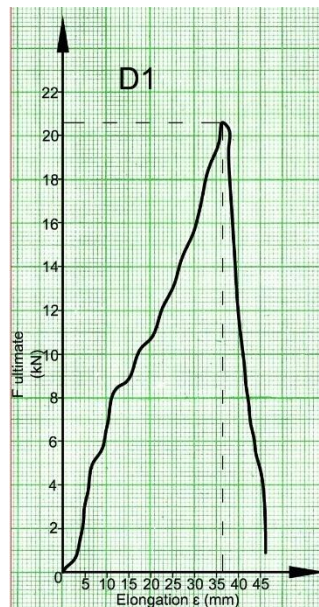
### 3. Variasi Susunan Arah Serat Diagonal

Pengujian tarik variasi susunan arah serat diagonal menghasilkan data berupa beban maksimum sebelum spesimen patah seperti terlihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian kuat tarik susunan arah serat diagonal

No	Code	Schedule Laminasi	W (mm)	T (mm)	L0 (mm)	Elongation (mm)	F <sub>ultimate</sub> (KN)
1	D 1	Laminasi Diagonal	12,82	20,33	64	36,5	20,6
2	D 2		12,89	20,17	64	36,3	21
3	D 3		12,25	17,6	64	22,6	18
4	D 4		13	20,1	64	35,4	20,8
5	D 5		12,49	18,19	64	32	17,6
Rata-rata :						32,560	19,600

Hasil pengujian dari material laminasi *hybrid* Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang dengan susunan arah serat diagonal diperoleh nilai tarik maksimum hingga spesimen uji mengalami patah. Spesimen 1 (D 1) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 20,6 kN dengan nilai pemuluran sebesar 36,5 mm Spesimen 2 (D 2) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 21 kN dengan nilai pemuluran 36,3 mm. Spesimen 3 (D 3) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 18 kN dengan nilai pemuluran 22,6 mm. Spesimen 4 (D 4) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 20,8 kN dengan nilai pemuluran 35,4 mm. Spesimen 5 (D 5) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 17,6 kN dengan nilai mulur sebesar 32 mm. Sebagai contoh adalah grafik dari spesimen 1 (D 1) dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik load spesimen 1 susunan arah serat diagonal

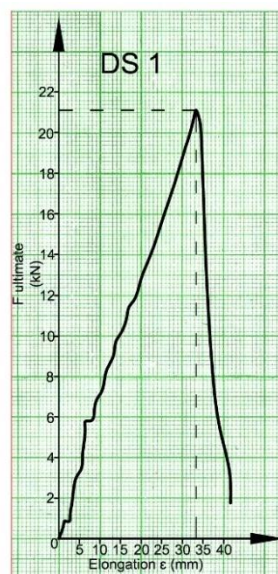
#### 4. Variasi Susunan Arah Serat Diagonal

Pengujian tarik variasi susunan arah serat diagonal silang menghasilkan data berupa beban maksimum sebelum spesimen patah seperti terlihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil pengujian kuat tarik variasi susunan arah serat diagonal silang

No	Code	Schedule Laminasi	W (mm)	T (mm)	L0 (mm)	Elongation (mm)	F <sub>ultimate</sub> (KN)
1	DS 1	Laminasi diagonal silang	11,26	20,72	64	33,6	21,1
2	DS 2		10,84	21	64	38,6	18,7
3	DS 3		13,33	20,17	64	26,6	15,2
4	DS 4		11,32	20,58	64	30,2	17
5	DS 5		13,15	20,15	64	23,7	16,6
Rata-rata :						30,540	17720

Hasil pengujian dari material laminasi *hybrid* Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang dengan susunan arah serat diagonal silang diperoleh nilai tarik maksimum hingga spesimen uji mengalami patah. Spesimen 1 (DS 1) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 21,1 kN dengan nilai mulur sebesar 33,6 mm. Spesimen 2 (DS 2) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 18,7 kN dengan pemuluran 38,6 mm. Spesimen 3 (DS 3) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 15,2 kN dengan nilai mulur sebesar 26,6 mm. Spesimen 4 (DS 4) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 17 kN dengan nilai pemuluran 30,2 mm. Spesimen 5 (DS 5) mampu menahan beban tarik maksimum sebesar 16,6 kN dengan nilai pemuluran 23,7 mm. Sebagai contoh adalah grafik dari spesimen 1 (DS 1) dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik load spesimen 1 variasi susunan arah serat diagonal silang

#### 4.2.2. Rekapitulasi Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan terhadap 4 variasi susunan arah serat laminasi *hybrid* kemudian akan di rata-rata nilai *elongation* dan  $F_{ultimate}$ -nya, seperti terlihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Rekapitulasi hasil pengujian tarik

Jenis Laminasi	Spesimen No	Hasil Pengujian			
		Elongation (mm)	$F_{ultimate}$ (kN)	Rata-rata Elongation (mm)	Rata-rata $F_{ultimate}$ (kN)
Laminasi Sejajar	1	32,200	24,400	39,560	29,440
	2	37,300	30,800		
	3	43,600	32,000		
	4	43,500	32,400		
	5	41,200	27,600		
Laminasi Menyilang	1	22,900	14,200	21,720	13,040
	2	13,600	8,600		
	3	19,300	12,900		
	4	30,600	16,800		
	5	22,200	12,700		
Laminasi Diagonal	1	36,500	20,600	32,560	19,600
	2	36,300	21,000		
	3	22,600	18,000		
	4	35,400	20,800		
	5	32,000	17,600		
Laminasi Diagonal Silang	1	33,600	21,100	30,540	17,720
	2	38,600	18,700		
	3	26,600	15,200		
	4	30,200	17,000		
	5	23,700	16,600		

Berdasarkan Tabel 4.5 spesimen laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat sejajar memiliki nilai rata-rata *elongation* dan  $F_{ultimate}$  tertinggi, yaitu 39,56 mm untuk nilai *elongation* rata-rata dan 29,44 kN untuk nilai  $F_{ultimate}$  rata-rata. Sedangkan pada spesimen laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat menyilang memiliki rata-rata terendah pada kedua komponen tersebut, yaitu 21,72 mm untuk nilai *elongation* rata-rata dan 13,04 kN untuk nilai  $F_{ultimate}$  rata-rata. Sedangkan pada laminasi *hybrid* dengan variasi susunan arah serat diagonal memiliki nilai *elongation* rata-rata sebesar 32,56 mm dan untuk rata-rata  $F_{ultimate}$ -nya adalah 19,6 kN. Dan pada laminasi *hybrid* susunan arah serat diagonal silang memiliki nilai rata-rata *elongation* dan  $F_{ultimate}$  masing-masing sebesar 30,54 mm dan 17,72 kN.

### 4.3. Pengujian Tekuk

Dalam pengujian tekuk digunakan standar pengujian sesuai pada ASTM D-3043. Pengujian tekuk dilakukan menggunakan bantuan mesin *Universal Testing Maching (UTM)*. Variasi yang diberikan pengujian tekuk ini ada 4 variasi susunan arah serat, yaitu : variasi susunan arah serat sejajar (SJ), susunan arah serat menyilang (SIL), susunan arah serat diagonal (D) dan susunan arah serat diagonal silang (DS).

#### 4.3.1. Hasil Pengujian Tekuk

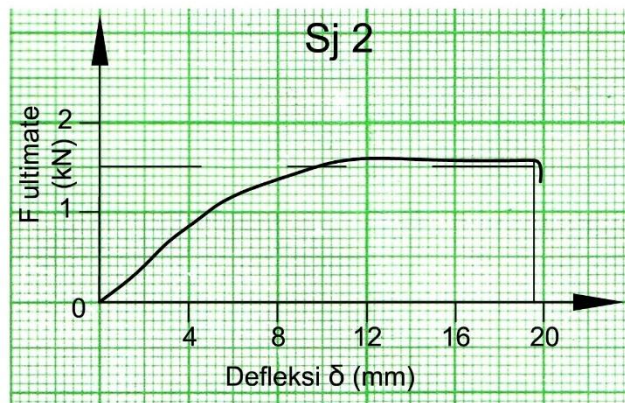
##### 1. Variasi Susunan Arah Serat Sejajar

Pengujian tekuk variasi arah serat sejajar menghasilkan data berupa beban maksimum dan defleksi pada titik beban maksimum seperti terlihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil pengujian tekuk variasi susunan arah serat sejajar

No	Code	Schedule Laminasi	W (mm)	T (mm)	CSA (mm <sup>2</sup> )	L (mm)	L span (mm)	F <sub>ultimate</sub> (KN)	Defleksi (mm)
1	Sj 1	Laminasi Sejajar	24,86	20,2	502,172	610	480	1,5	23,6
2	Sj 2		25,19	20,3	511,357	610	480	1,5	22,5
3	Sj 3		24,9	20,24	503,976	610	480	1,7	24,5
4	Sj 4		25,03	20,19	505,3557	610	480	1,4	24,8
5	Sj 5		24,77	20,16	499,3632	610	480	1,8	23,7
Rata-rata								1,58	23,82

Hasil pengujian tekuk laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang variasi susunan arah serat sejajar diperoleh nilai tekuk maksimum hingga spesimen uji mengalami patah. Pada Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa spesimen 1 (Sj 1) memiliki beban tekuk maksimum sebesar 1,5 kN dengan defleksi pada puncak sebesar 42 mm. Spesimen uji 2 (Sj 2) memiliki beban tekuk maksimum sebesar 1,5 kN dengan defleksi sebesar 34 mm seperti terlihat pada Gambar 4.5. Spesimen uji 3 (Sj 3) memiliki beban tekuk maksimum sebesar 1 kN dengan defleksi sebesar 40 mm. Pada spesimen uji 4 (Sj 4) didapatkan nilai beban tekuk maksimum sebesar 1,4 kN dengan defleksi pada puncak sebesar 29 mm. Spesimen uji 5 (Sj 5) memiliki beban tekuk maksimum sebesar 1,6 kN dan defleksinya sebesar 54 mm.



Gambar 4.5 Grafik load spesimen 2 susunan arah serat sejajar

## 2. Variasi Susunan Arah Serat Menyilang

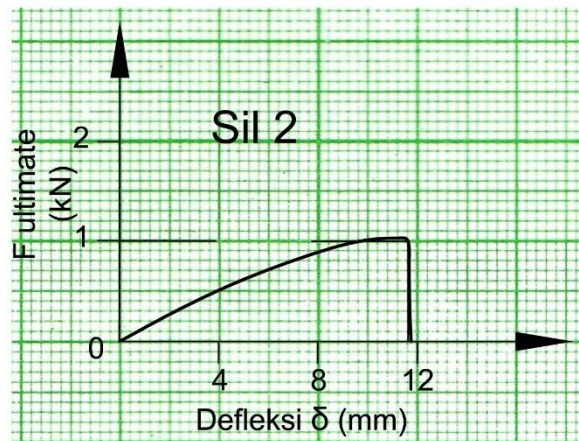
Dari pengujian tekuk variasi arah serat menyilang didapatkan data yang dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil pengujian tekuk variasi susunan arah serat menyilang

No	Code	Schedule Laminasi	W (mm)	T (mm)	CSA (mm <sup>2</sup> )	L (mm)	L span (mm)	F <sub>ultimate</sub> (KN)	Defleksi (mm)
1	Sil 1	Laminasi 90 <sup>0</sup>	29,23	18,6	543,678	610	480	1,3	18,6
2	Sil 2		29,03	18,42	534,7326	610	480	1	13,4
3	Sil 3		28,67	18,77	538,1359	610	480	0,4	15,4
4	Sil 4		29,37	18,99	557,7363	610	480	0,9	12,4
5	Sil 5		28,54	18,69	533,4126	610	480	1,2	15,5
Rata-rata								0,96	15,06

Hasil pengujian tekuk laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang variasi susunan arah serat menyilang diperoleh nilai tekuk maksimum hingga spesimen uji mengalami patah. Berdasarkan Tabel 4.7 dapat dilihat bahwa spesimen 1 (Sil 1) memiliki beban tekuk maksimum sebesar 1,7 kN dengan defleksi pada puncak sebesar 24 mm. Spesimen uji 2 (Sil 2) memiliki beban tekuk maksimum sebesar 1,3 kN dengan defleksi sebesar 20 mm. Grafik uji dari spesimen ini dapat dilihat pada Gambar 4.6. Spesimen uji 3 (Sil 3) memiliki beban tekuk maksimum sebesar 0.5 kN dengan defleksi sebesar 10 mm. Pada spesimen uji 4 (Sil 4) didapatkan nilai beban tekuk maksimum sebesar 1,1 kN dengan defleksi pada puncak sebesar 25 mm. Spesimen uji 5 (Sil 5) memiliki beban tekuk maksimum sebesar 1,4 kN dan defleksinya sebesar 39 mm.





Gambar 4.6 Grafik load spesimen 2 variasi susunan arah serat menyilang

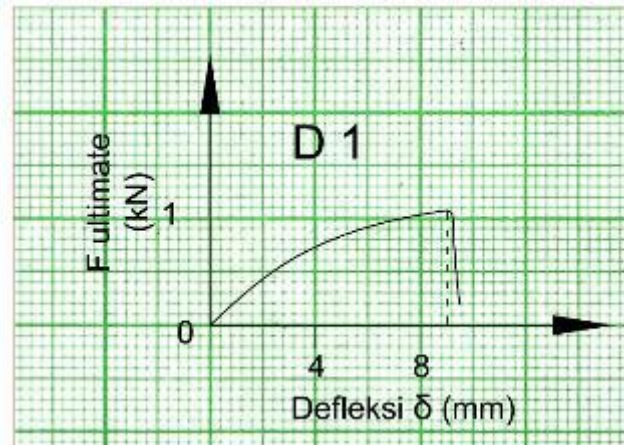
### 3. Variasi Susunan Arah Serat Diagonal

Pengujian tekuk variasi arah serat diagonal menghasilkan data berupa beban maksimum dan defleksi pada titik beban maksimum seperti terlihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil pengujian tekuk variasi susunan arah serat diagonal

No	Code	Schedule Laminasi	W (mm)	T (mm)	CSA (mm <sup>2</sup> )	L (mm)	L span (mm)	F <sub>ultimate</sub> (KN)	Defleksi (mm)
1	D 1	Laminasi 45 <sup>0</sup>	29,69	18,6	552,234	610	480	1	10,4
2	D 2		29,93	18,42	551,3106	610	480	1,1	9,4
3	D 3		29,69	18,77	557,2813	610	480	0,9	9,8
4	D 4		30,21	18,99	573,6879	610	480	0,9	8,7
5	D 5		29,96	18,69	559,9524	610	480	1,2	9,2
Rata-rata								1,02	9,5

Hasil pengujian tekuk laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang variasi susunan arah serat diagonal diperoleh nilai tekuk maksimum hingga spesimen uji mengalami patah. Berdasarkan Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa spesimen 1 (D 1) memiliki beban tekuk maksimum sebesar 1,1 kN dengan defleksi pada puncak sebesar 23 mm seperti yang terlihat pada Gambar 4.7. Spesimen uji 2 (D 2) memiliki beban tekuk maksimum sebesar 1,2 kN dengan defleksi sebesar 20 mm. Spesimen uji 3 (D 3) memiliki beban tekuk maksimum sebesar 0,8 kN dengan defleksi sebesar 13 mm. Pada spesimen uji 4 (D 4) didapatkan nilai beban tekuk maksimum sebesar 0,9 kN dengan defleksi pada puncak sebesar 13 mm. Spesimen uji 5 (D 5) memiliki beban tekuk maksimum sebesar 1,5 kN dan defleksinya sebesar 23 mm.



Gambar 4.7 Grafik load spesimen 1 susunan arah serat diagonal

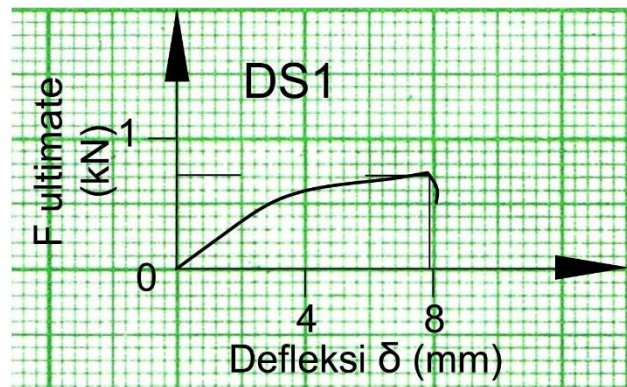
#### 4. Variasi Susunan Arah Serat Diagonal Silang

Dari pengujian tekuk variasi arah serat diagonal silang didapatkan data yang dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil pengujian tekuk variasi susunan arah serat diagonal silang

No	Code	Schedule Laminasi	W (mm)	T (mm)	CSA (mm <sup>2</sup> )	L (mm)	L span (mm)	F <sub>ultimate</sub> (KN)	Defleksi (mm)
1	DS 1	Laminasi 45° bersilangan	28,97	21,34	618,2198	610	480	0,7	9
2	DS 2		29,04	21,21	615,9384	610	480	0,6	8,4
3	DS 3		28,56	20,76	592,9056	610	480	0,6	10,1
4	DS 4		29,4	20,82	612,108	610	480	0,8	9,6
5	DS 5		28,73	20,74	595,8602	610	480	0,8	8,8
Rata-rata								0,70	9,18

Hasil pengujian tekuk laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang variasi susunan arah serat diagonal silang diperoleh nilai tekuk maksimum hingga spesimen uji mengalami patah. Pada Tabel 4.9 dapat dilihat bahwa spesimen 1 (DS 1) memiliki beban tekuk maksimum sebesar 1,1 kN dengan defleksi pada puncak sebesar 12 mm. Spesimen uji 2 (DS 2) memiliki beban tekuk maksimum sebesar 1 kN dengan defleksi sebesar 15 mm. Spesimen uji 3 (DS 3) memiliki beban tekuk maksimum sebesar 1,1 kN dengan defleksi sebesar 13 mm. Pada spesimen uji 4 (DS 4) didapatkan nilai beban tekuk maksimum sebesar 1,3 kN dengan defleksi pada puncak sebesar 12 mm, grafiknya dapat dilihat pada Gambar 4.8. Spesimen uji 5 (DS 5) memiliki beban tekuk maksimum sebesar 1,3 kN dan defleksinya sebesar 25 mm. Pada spesimen uji 6 (DS 6) memiliki beban tekuk maksimum sebesar 1,6 kN dengan defleksi 11 mm.



Gambar 4.8 Grafik load spesimen 4 susunan arah serat diagonal silang

#### 4.3.2. Rekapitulasi Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan terhadap 4 variasi susunan arah serat laminasi *hybrid* kemudian akan di rata-rata nilai *elongation* dan  $F_{ultimate}$ -nya, seperti terlihat pada Tabel 4.10

Tabel 4.10 Rekapitulasi hasil pengujian tekuk

Jenis Laminasi	Spesimen No	Hasil Pengujian			
		Defleksi (mm)	$F_{ultimate}$ (KN)	Rata-rata defleksi	Rata-rata $F_{ultimate}$
Laminasi Sejajar	1	23,600	1,500	23,820	1,580
	2	22,500	1,500		
	3	24,500	1,700		
	4	24,800	1,400		
	5	23,700	1,800		
Laminasi Menyilang	1	18,600	1,300	15,060	0,960
	2	13,400	1,000		
	3	15,400	0,400		
	4	12,400	0,900		
	5	15,500	1,200		
Laminasi Diagonal	1	10,400	1,000	9,500	1,020
	2	9,400	1,100		
	3	9,800	0,900		
	4	8,700	0,900		
	5	9,200	1,200		
Laminasi Diagonal Silang	1	9,000	0,700	9,180	0,700
	2	8,400	0,600		
	3	10,100	0,600		
	4	9,600	0,800		
	5	8,800	0,800		

Berdasarkan Tabel 4.10 spesimen laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat sejajar memiliki nilai rata-rata *defleksi* dan  $F_{ultimate}$  tertinggi, yaitu 23,82 mm untuk nilai *defleksi* rata-rata dan 1,58 kN untuk nilai  $F_{ultimate}$  rata-rata. Sedangkan pada spesimen laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat menyilang memiliki rata-rata 15,06 mm untuk nilai *defleksi* dan 0.96 kN untuk nilai  $F_{ultimate}$ . Sedangkan pada laminasi *hybrid* dengan variasi susunan arah serat diagonal memiliki nilai *defleksi* rata-rata sebesar 9,5 mm dan untuk rata-rata  $F_{ultimate}$ -nya adalah 1,02 kN. Dan pada laminasi *hybrid* susunan arah serat diagonal silang memiliki nilai rata-rata *defleksi* dan  $F_{ultimate}$  masing-masing sebesar 9,18 mm, dan 0,7 kN.

#### **4.4. Data Hasil Survey Kapal Ikan 20 GT**

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini penulis melakukan survey lapangan terhadap Kapal Ikan 20 GT. Survey ini bertujuan untuk mendapatkan data Kapal Ikan 20 GT yang sudah dibangun dan sudah beroperasi, penulis juga melakukan wawancara terhadap pemilik kapal sehingga penulis mendapatkan data ukuran utama dari Kapal Ikan 20 GT.

##### **4.4.1. Lokasi Survey**

Survey lapangan terhadap Kapal Ikan 20 GT ini dilakukan di Desa Kandangsemangkon Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan.

##### **4.4.2. Waktu Survey**

Survey ini dilakukan pada hari Jumat, tanggal 28 April 2017 mulai pukul 10.00 - 17.00 WIB.

##### **4.4.3. Hasil Survey**



Gambar 4.9 Kapal Ikan 20 GT di Lamongan

Dari survey yang telah dilakukan terhadap Kapal Ikan berukuran 20 GT, yaitu Kapal Ikan Citra Buana. Didapatkan koordinat-koordinat yang diukur dari setiap gadingnya. Kemudian dari koordinat-koordinat yang telah didapatkan ini kemudian akan di *redraw* dengan cara memasukkan koordinat-koordinat tadi ke dalam *AutoCAD* yang pada akhirnya akan diperoleh bentuk *lines plan* dari Kapal Ikan 20 GT ini.

Koordinat yang digunakan dalam penggambaran ulang *lines plan* Kapal Ikan 20 GT bisa dilihat pada lampiran J. Koordinat yang telah didapatkan adalah berupa koordinat dari tiap gading yang ada pada Kapal Ikan Citra Buana.

Selain pengukuran langsung koordinat-koordinat tiap gading ini, penulis juga melakukan wawancara langsung terhadap pemilik kapal. Dan dari hasil wawancara dengan narasumber didapatkan data ukuran utama Kapal Ikan 20 GT sebagai berikut :

Panjang Kapal (Loa)	: 12 meter
Panjang Garis Air (Lwl)	: 11,4 meter
Lebar Kapal (B)	: 4 meter
Tinggi Kapal (H)	: 3,75 meter
Sarat (T)	: 1,585 meter
Kecepatan	: 7 knot

Dari data ukuran utama dan koordinat-koordinat yang telah didapatkan, kemudian akan dilakukan *lines plan* dan perhitungan ukuran-ukuran konstruksinya, yang akan dibahas pada Bab selanjutnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB 5**

# **ANALISA TEKNIS DAN PERHITUNGAN UKURAN KONSTRUKSI**

### **5.1. Pendahuluan**

Dalam bab ini akan dibahas mengenai analisa teknis, yaitu analisa yang didasarkan pada hasil pengujian material laminasi *hybrid*. Setelah dilakukan uji terhadap sifat mekanik laminasi *hybrid*, maka diperlukan adanya analisa kekuatan dari laminasi tersebut. Hal ini bertujuan untuk mengevaluasi sesuai tidaknya laminasi *hybrid* dengan pembebanan yang terjadi, sehingga dapat memenuhi unsur kualitas dan juga untuk mengetahui apakah laminasi *hybrid* ini memenuhi standar minimum terhadap kuat tarik dan kuat tekuk yang telah disyaratkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia.

Selain analisa teknis dalam bab ini juga akan dibahas tentang perhitungan ukuran konstruksi. Untuk mengetahui analisa keuntungan secara teknis maupun ekonomis sangat dibutuhkan data berupa ukuran konstruksi Kapal Ikan 20 GT terlebih dahulu. Kapal yang digunakan sebagai acuan ukuran utama adalah Kapal Ikan Lamongan tepatnya di Kelurahan Kandangsemangkon Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan.

### **5.2. Analisa Teknis**

Dari hasil pengujian yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, maka perlu dihitung kekuatan laminasi *hybrid* Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang. Dalam bab sebelumnya telah dijelaskan bahwa pengujian yang telah dilakukan terhadap spesimen uji meliputi uji tarik dan uji tekuk. Sehingga nilai kekuatan yang akan dihitung adalah nilai dari *Modulus of Elasticity* (MoE) dan *Modulus of Rupture* (MoR).

*Modulus of Elasticity* (MoE) adalah nilai ketahanan benda yang mengalami deformasi elastisitas ketika gaya diterapkan pada benda tersebut. MoE benda didefinisikan sebagai kemiringan dari kurva tegangan-regangan pada wilayah deformasi elastisitas. Bahan yang kaku akan memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi begitupun sebaliknya. Modulus elastisitas dirumuskan dengan formula 2.3. Dimana tegangan adalah gaya yang menyebabkan deformasi dibagi dengan daerah dimana gaya tersebut diterapkan dan regangan adalah rasio dari perubahan beberapa parameter panjang yang disebabkan oleh deformasi ke nilai asli dari parameter panjang.

Sedangkan *Modulus of Rupture* (MoR) atau bisa disebut dengan kekuatan lentur adalah ukuran kekuatan spesimen sebelum mengalami patah. Hal ini dapat digunakan untuk menentukan kekuatan keseluruhan dari bahan. MoR merupakan tegangan tertinggi yang dialami material pada proses pengujian tekuk. Hal ini berarti apabila suatu material mengalami tekanan, maka di bagian terdekat dari pusat tekanan akan memiliki nilai tegangan tekan maksimal. Sedangkan di bagian terjauh dari pusat tekanan akan memiliki nilai tarik maksimal.

Selain dua nilai kekuatan diatas (MoR dan MoE), masih terdapat nilai regangan dan defleksi dari masing-masing spesimen yang diuji. Regangan ialah perubahan relatif ukuran atau bentuk benda yang mengalami tegangan. Dimana panjang batang mula-mula adalah  $L_0$  dan setelah mendapat gaya tarik sebesar  $F$  maka batang tersebut akan berubah panjangnya menjadi  $L$ . Dengan demikian batang tersebut mendapatkan pertambahan panjang yang bisa dihitung berdasarkan selisih antara perubahan panjang batang setelah mendapatkan gaya sebesar  $F$  dengan panjang batang mula-mula. Sedangkan defleksi adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah sumbu  $y$  akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada balok atau batang tersebut.

### 5.3. Nilai Mekanik Berdasarkan Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan berupa uji tarik dan uji tekuk didapatkan nilai *ultimate force* dan *elongation* (regangan) untuk pengujian tarik, sedangkan dalam pengujian tekuk didapatkan nilai *ultimate force* dan defleksi. Kemudian dari data tersebut akan dihitung nilai MoE dan MoR nya menggunakan rumus yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Dari hasil perhitungan MoR dan MoE ini nantinya akan dibandingkan dengan standar minimum yang telah ditentukan oleh BKI, sehingga akan diketahui apakah material laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang layak untuk dijadikan material pengganti dalam pembangunan kulit kapal ikan atau tidak.

#### 1. Kekuatan Tarik

Dapat dilihat pada Tabel 5.1 hasil perhitungan nilai *Stress*, MoE dan *Strain* dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan terhadap spesimen laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang. Didapatkan rata-rata nilai stress pada laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat sejajar yaitu sebesar 114,636 Mpa, laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat menyilang sebesar 53,814 Mpa, rata-rata nilai stress laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat diagonal sebesar 80,074 Mpa dan rata-rata nilai stress pada laminasi *hybrid*



dengan susunan arah serat diagonal silang sebesar 72,948 Mpa. Sedangkan untuk rata-rata nilai MoE pada laminasi *hybrid* susunan arah serat sejajar sebesar 11,904 Gpa, rata-rata nilai MoE laminasi *hybrid* susunan arah serat menyilang sebesar 10,405 Gpa, rata-rata nilai MoE laminasi *hybrid* susunan arah serat diagonal sebesar 10,448 Gpa dan rata-rata nilai MoE laminasi *hybrid* susunan arah serat diagonal silang sebesar 9,834 Gpa.

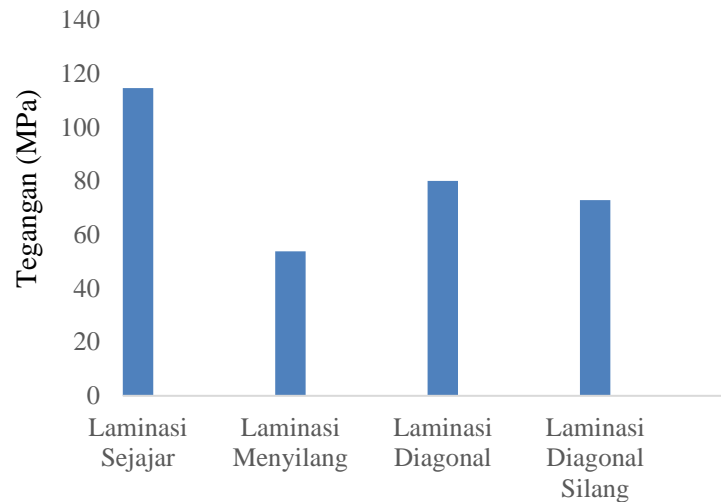
**Tabel 5.1 Perhitungan *mechanical properties* dari hasil pengujian tarik**

Jenis Laminasi	Spesimen No	Hasil Pengujian					
		Stress (Mpa)	MOE (Gpa)	Strain (%)	Rata-rata Stress (Mpa)	Rata-rata MOE (Gpa)	Rata-rata Strain (%)
Laminasi Sejajar	1	93,752	11,926	50,313	114,636	11,904	61,813
	2	124,049	13,622	58,281			
	3	130,984	12,305	68,125			
	4	122,045	11,492	67,969			
	5	102,347	10,175	64,375			
Laminasi Menyilang	1	55,434	9,915	35,781	53,814	10,405	33,938
	2	39,604	11,928	21,250			
	3	52,553	11,153	30,156			
	4	66,825	8,945	47,813			
	5	54,652	10,084	34,688			
Laminasi Diagonal	1	79,039	8,870	57,031	80,074	10,448	50,875
	2	80,772	9,114	56,719			
	3	83,488	15,131	35,313			
	4	79,602	9,210	55,313			
	5	77,467	9,916	50,000			
Laminasi Diagonal Silang	1	90,439	11,025	52,500	72,948	9,834	47,719
	2	82,147	8,717	60,313			
	3	56,534	8,705	41,563			
	4	72,972	9,897	47,188			
	5	62,648	10,827	37,031			

Berdasarkan Tabel 5.1 dapat dilihat rata-rata nilai *strain* laminasi *hybrid* susunan arah serat sejajar sebesar 61,813 %, rata-rata nilai strain laminasi *hybrid* susunan arah serat menyilang sebesar 33,939 %, rata-rata nilai strain laminasi *hybrid* susunan arah serat diagonal sebesar 50,875 % dan rata-rata nilai strain laminasi *hybrid* susunan arah serat diagonal silang sebesar 47,719 %.

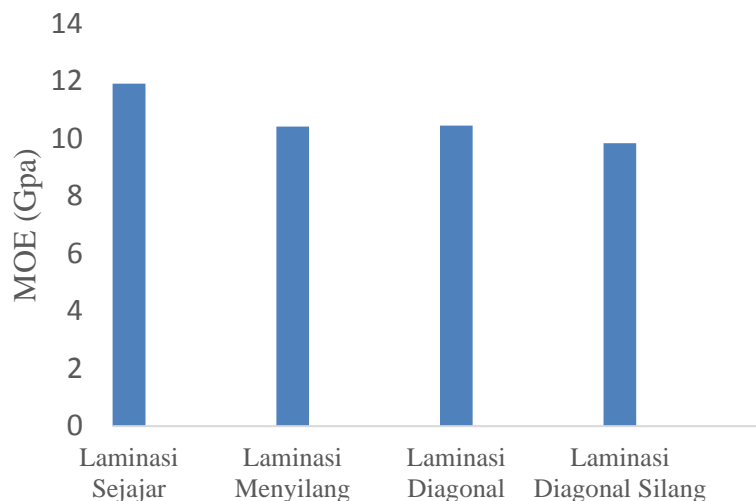
Kemudian dapat disimpulkan, bahwa hasil uji tarik dari variasi susunan arah serat laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang dengan susunan arah serat sejajar memiliki nilai stress, MoE dan strain yang paling tinggi dibandingkan dengan variasi

susunan arah serat yang lainnya. Sedangkan pada variasi susunan arah serat menyilang memiliki rata-rata nilai stress, MoE dan strain yang paling rendah dibandingkan dengan variasi lainnya. Hasil rata-rata nilai *stress*, MoE dan *strain* dapat dilihat pada Gambar 5.1, Gambar 5.2 dan Gambar 5.3.



Gambar 5.1 Grafik rata-rata nilai tegangan hasil uji tarik laminasi *hybrid*

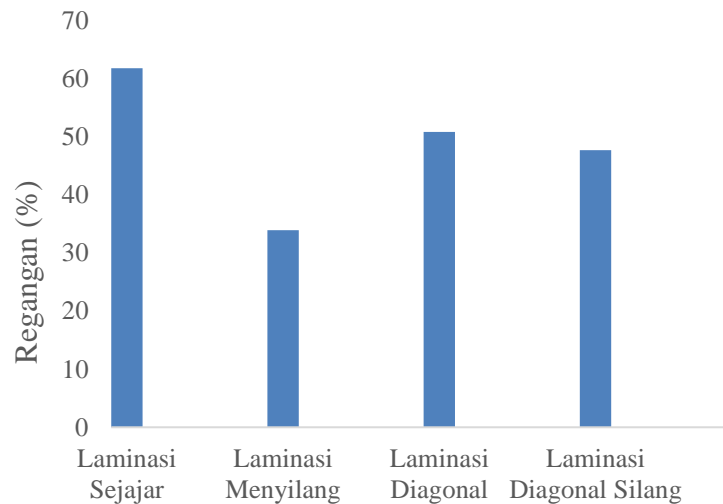
Berdasarkan Gambar 5.1 dapat disimpulkan bahwa laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat sejajar memiliki nilai *stress* paling tinggi. Kemudian nilai *stress* terbesar kedua dimiliki oleh laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat diagonal, diikuti kemudian oleh laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat diagonal silang. Sedangkan laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat menyilang memiliki nilai *stress* terendah.



Gambar 5.2 Grafik rata-rata nilai MOE hasil uji tarik laminasi *hybrid*

Berdasarkan Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa dari semua variasi susunan arah serat memiliki rata-rata nilai MoE yang hampir sama. Artinya perbedaan rata-rata MoE dari satu

variasi ke variasi lainnya tidak begitu signifikan. Dapat dilihat juga rata-rata nilai MoE tertinggi dimiliki oleh laminasi *hybrid* susunan arah serat sejajar dan rata-rata nilai MoE terendah dimiliki oleh laminasi *hybrid* susunan arah serat diagonal silang.

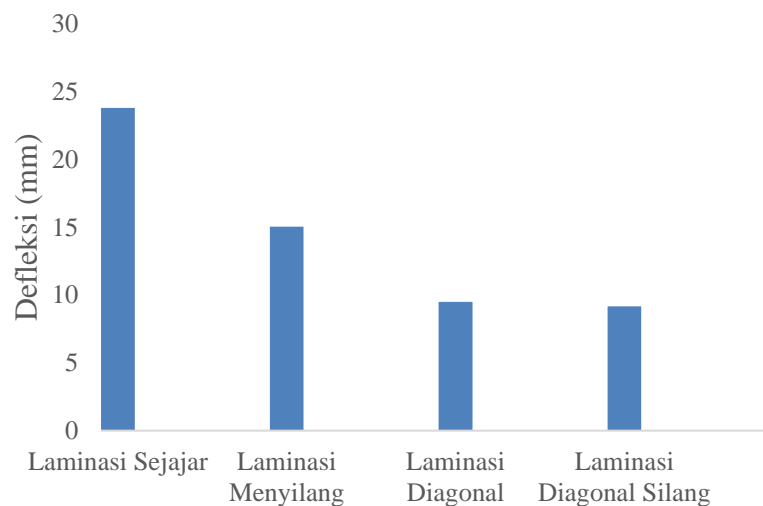


Gambar 5.3 Grafik rata-rata nilai regangan hasil uji tarik laminasi *hybrid*

Berdasarkan Gambar 5.3 terlihat perbedaan *strain* yang cukup mencolok. Dimana laminasi *hybrid* susunan arah serat sejajar memiliki nilai *strain* paling tinggi dan laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat menyilang memiliki nilai *strain* terendah.

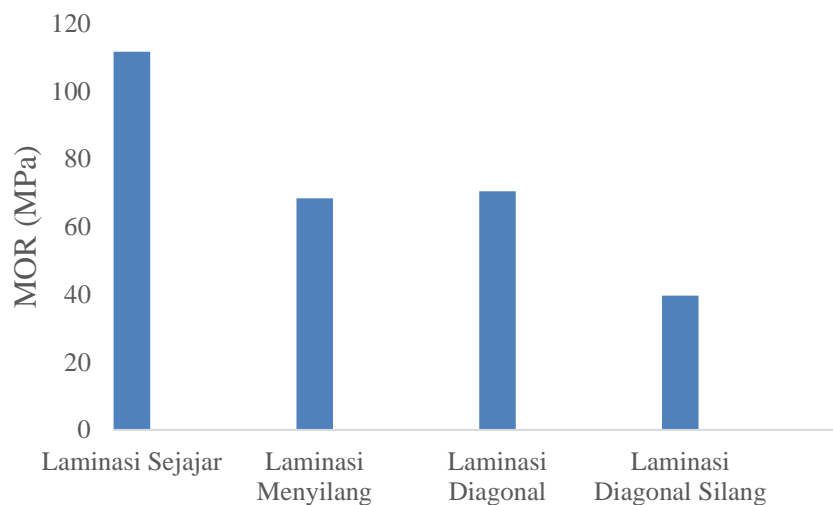
## 2. Kekutan Tekuk

Hasil perhitungan nilai *defleksi*, *bending strength* dan MOE dari pengujian tekuk spesimen laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5.4, Gambar 5.5 dan Gambar 5.6. Dari gambar tersebut didapatkan rata-rata nilai defleksi yang terjadi pada spesimen uji tekuk laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat sejajar adalah sebesar 23,820 mm, rata-rata nilai MoR sebesar 111,606 MPa dan rata-rata nilai MoE sebesar 8,908 GPa. Rata-rata nilai defleksi pada spesimen uji tekuk laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat menyilang adalah sebesar 15,060 mm dan rata-rata nilai MoR-nya sebesar 68,403 MPa dan rata-rata nilai MoE sebesar 9,380 GPa. Pada laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat diagonal memiliki rata-rata nilai defleksi sebesar 9,5 mm dengan rata-rata nilai MoR sebesar 70,415 MPa dan rata-rata nilai MoE sebesar 15,281. Sedangkan rata-rata nilai defleksi dan MoR pada laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat diagonal silang adalah 9,180 mm dan 39,635 MPa, sedangkan rata-rata nilai MOE pada laminasi *hybrid* arah serat diagonal silang adalah sebesar 7,937 GPa.



Gambar 5.4 Grafik rata-rata nilai *defleksi* hasil uji tekuk laminasi *hybrid*

Berdasarkan Gambar 5.4 dapat disimpulkan bahwa laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat sejajar memiliki nilai *defleksi* paling tinggi. Kemudian nilai *defleksi* terbesar kedua dimiliki oleh laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat menyilang, diikuti kemudian oleh laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat diagonal silang. Sedangkan laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat diagonal memiliki nilai *defleksi* terendah.



Gambar 5.5 Grafik rata-rata nilai kuat tekuk laminasi *hybrid*

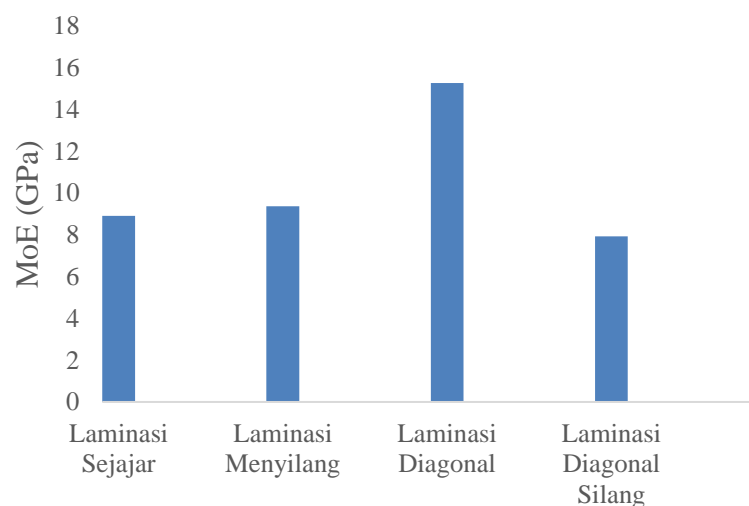
Berdasarkan Gambar 5.5 dapat dilihat bahwa laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat sejajar memiliki nilai *bending strength* terbesar. Kemudian nilai *bending strength* terbesar kedua dimiliki oleh laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat diagonal, diikuti kemudian oleh laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat menyilang. Sedangkan laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat diagonal silang memiliki nilai *bending strength* terendah.

Tabel 5.2 Perhitungan *mechanical properties* dari hasil pengujian tekuk

Jenis Laminasi	Spesimen No	Hasil Pengujian					
		Defleksi (mm)	MOR (Mpa)	MOE (Gpa)	Rata-rata defleksi (mm)	Rata-rata Bending Strength (Mpa)	Rata-rata MOE (Gpa)
Laminasi Sejajar	1	23,600	106,468	8,576	23,820	111,606	8,908
	2	22,500	104,041	8,747			
	3	24,500	119,994	9,292			
	4	24,800	98,793	7,577			
	5	23,700	128,735	10,346			
Laminasi Menyilang	1	18,600	92,560	10,274	15,060	68,403	9,380
	2	13,400	73,098	11,372			
	3	15,400	28,513	3,788			
	4	12,400	61,182	9,977			
	5	15,500	86,664	11,488			
Laminasi Diagonal	1	10,400	70,097	13,915	9,500	70,415	15,281
	2	9,400	77,990	17,296			
	3	9,800	61,949	12,932			
	4	8,700	59,480	13,825			
	5	9,200	82,557	18,437			
Laminasi Diagonal Silang	1	9,000	38,203	7,638	9,180	39,635	7,937
	2	8,400	33,068	7,127			
	3	10,100	35,097	6,428			
	4	9,600	45,197	8,683			
	5	8,800	46,609	9,806			

Pada Tabel 5.2 dapat dilihat nilai dari *defleksi*, *Bending Strength* dan MoE dari tiap-tiap spesimen laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dan Kayu Sonokembang yang sudah mengalami proses pengujian tekuk. Hasil dari Tabel 5.2 ini telah disimpulkan pada Gambar 5.4, Gambar 5.5 dan Gambar 5.6.

Dari Gambar 5.6 dapat dilihat terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *Modulus of Elasticity* yang dimiliki oleh laminasi *hybrid* susunan arah serat diagonal dengan laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat lainnya. Dimana terdapat perbedaan lebih dari 5 GPa dengan nilai rata-rata MoE variasi susunan arah serat lainnya.



Gambar 5.6 Grafik rata-rata nilai modulus elastisitas hasil uji tekuk laminasi *hybrid*

#### 5.4. Tegangan Izin Laminasi *Hybrid*

Menurut peraturan dari BKI tahun 2013 tentang "*Rules for Small Vessels up to 24 m*" dimana diatur mengenai tegangan izin dari material kayu lapis atau laminasi, menyebutkan bahwa laminasi yang akan digunakan sebagai material konstruksi harus memiliki nilai kuat tarik minimum **42,169 MPa**. Sedangkan menurut hasil pengujian seluruh spesimen laminasi *hybrid* dengan 4 variasi susunan serat memiliki nilai kuat tarik diatas sarat yang ditentukan oleh BKI. Nilai kuat tarik terkecil dari laminasi *hybrid* dengan variasi susunan arah serat dimiliki oleh laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang susunan arah serat menyilang, yaitu sebesar 53,814 MPa dan nilai kuat tarik tertinggi terdapat pada laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang susunan arah serat sejajar, yaitu dengan nilai kuat tarik sebesar 114,636 MPa.

Untuk nilai *bending strength* minimum yang disyaratkan oleh BKI adalah sebesar **71,098 MPa** dan dari hasil pengujian yang telah dilakukan hanya laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang dengan susunan arah serat sejajar saja yang memenuhi persyaratan dari BKI ini, yaitu dengan kuat tekuk rata-ratanya sebesar 111,606 MPa. Sedangkan pada 3 susunan arah serat lainnya tidak memenuhi pesyaratan minimum dari BKI. Pada laminasi *hybrid* susunan arah serat menyilang memiliki nilai rata-rata kuat tekuk sebesar 68,403 MPa, susunan arah serat diagonal memiliki rata-rata nilai kuat tekuk sebesar 70,415 MPa dan pada susunan arah serat diagonal silang memiliki rata-rata nilai kuat tekuk sebesar 39,635 MPa.

### 5.5. Data dan Desain Kapal Ikan 20 GT

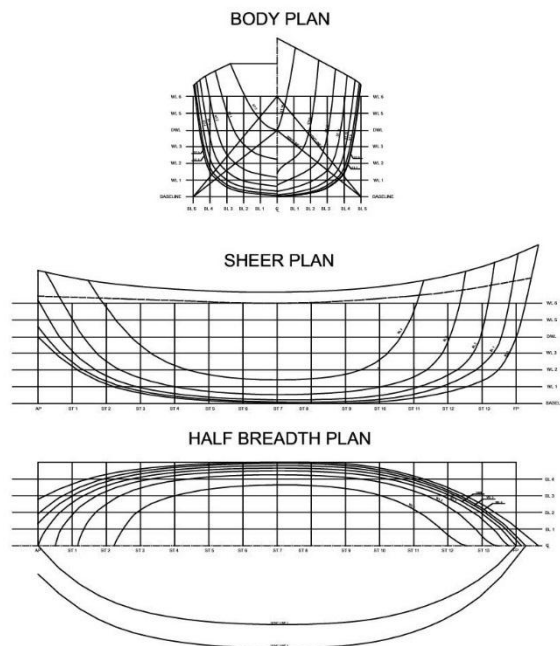
Pembangunan kapal di daerah Lamongan terutama untuk pembangunan kapal ikan berbahan kayu masih menggunakan cara tradisional. Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu pemilik kapal ikan di Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan, dalam pembangunan kapal ikan berbahan dasar kayu umumnya hanya menggunakan perkiraan saja. Perkiraan yang dimaksud adalah dari segi desain kapal ikan itu sendiri. Bentuk lambung kapal ikan Lamongan pada umumnya memiliki bentuk menyerupai mangkuk, dengan perbandingan yang hampir sama antara tinggi kapal (H) dengan lebar kapal (B). Dalam segi desain dan ukuran konstruksi pun tidak melalui proses desain dan proses perhitungan konstruksi yang cukup cermat. Hal ini diketahui ketika penulis melakukan survey langsung ke lapangan, ditemui banyak kejanggalan dari segi desain dan ukuran konstruksi kapal ikan di daerah tersebut. Kejanggalan yang paling mencolok adalah jarak yang tidak sama antara satu gading dengan gading lainnya.



Gambar 5.7 Pengukuran lebar kapal

Karena masih menggunakan cara yang sangat tradisional dan tidak menggunakan *spiral design* seperti yang biasa dilakukan sebelum pembangunan sebuah kapal, maka penulis melakukan pengukuran pada beberapa titik yang terdapat pada badan kapal. Hal ini bertujuan untuk mengetahui bentuk *body plan* dari kapal ikan yang ada di daerah Lamongan tersebut. Dari total keseluruhan panjang kapal yang di survey diambil 20 titik kearah memanjang kapal, dengan jarak antar titik 60 cm yang bertujuan untuk mendapatkan data yang akurat dengan

tingkat error yang kecil. Gambar 5.7 menunjukkan proses pengukuran lebar kapal pada suatu titik tertentu.



Gambar 5.8 *Lines plan* Kapal Ikan 20 GT Lamongan

Dengan data berupa ukuran pada beberapa titik yang ada pada kapal ikan yang di survey, kemudian dilakukan proses *redrawing* dengan memasukkan nilai-nilai yang didapatkan dari pengukuran langsung ke dalam *software AutoCad* yang kemudian akan disempurnakan dengan menggunakan *software Maxsurf Modeler*. Setelah melalui beberapa proses desain menggunakan software, didapatkan bentuk *lines plan* Kapal Ikan 20 GT seperti terlihat pada Gambar 5.8.

## 5.6. Perhitungan Ukuran Konstruksi

Dalam konstruksi Kapal Ikan terdapat konstruksi lunas, linggi, galar, sekat, wrang dan gading serta kulit dan geladak

. Mengacu pada persamaan 2.13, maka diperoleh ukuran masing-masing bagian konstruksi kapal ikan ukuran 20 GT. Ukuran member konstruksi yang akan dijelaskan meliputi lunas, linggi haluan, gading, galar, balok geladak, penegar sekat dan penegar bangunan atas dijelaskan ukuran konstruksi berupa *face* dan *web*. Sedangkan untuk bagian konstruksi lainnya seperti, wrang, dinding sisi bangunan atas, geladak bangunan atas, sekat dan pondasi mesin hanya diperoleh ukuran seperti pada perhitungan ukuran konstruksi bagian kulit dan bagian geladak seperti yang dijelaskan sub-bab sebelumnya, dimana ukuran konstruksi yang



didapatkan hanya berupa ketebalannya saja. Dari perhitungan, ukuran konstruksi bagian-bagian tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Rekapitulasi ukuran konstruksi Kapal Ikan 20 GT

Bagian Konstruksi	Laminasi Hybrid		Kayu Solid	
	face (mm)	web (mm)	face (mm)	web (mm)
Lunas	200	285	220	340
Linggi	180	220	190	280
Gading	110	170	125	194
Galar Balok	50	150	61	295
Galar	50	135	96	96
Galar Kim	45	140	57	245
Bagian Konstruksi	tebal (mm)	tinggi (mm)	tebal (mm)	tinggi (mm)
Kulit	36	-	42	-
Geladak	35	-	51	-
Dinding bangunan atas	36	2500	51	2500
Geladak bangunan atas	30	-	45	-
Wrang (t x h)	69	285	85	285

Dari Tabel 5.3 dapat disimpulkan bahwa ukuran bagian konstruksi kapal ikan berbahan dasar kayu solid lebih besar daripada ukuran konstruksi kapal ikan berbahan dasar laminasi *hybrid*. Hal ini dikarenakan nilai kuat tarik laminasi *hybrid* lebih besar daripada nilai kuat tarik kayu jati KK II.

Tabel 5.4 Perhitungan volumetrik konstruksi

Bagian Konstruksi	Volume (m <sup>3</sup> )		Selisih Volume (m <sup>3</sup> )
	Jati	Hybrid	
Lunas	0,75	0,57	0,18
Linggi	0,32	0,24	0,08
Gading	4,77	3,68	1,09
Galar Balok	0,51	0,21	0,30
Galar	0,26	0,19	0,07
Galar Kim	0,39	0,18	0,22
Kulit	3,35	2,39	0,96
Geladak	1,79	0,91	0,88
Dinding Bangunan Atas	0,83	0,59	0,24
Geladak Bangunan Atas	0,79	0,37	0,42
<b>TOTAL</b>	<b>13,75</b>	<b>9,32</b>	<b>4,43</b>

Berdasarkan Tabel 5.4 dapat disimpulkan bahwa perhitungan volumetrik konstruksi Kapal Ikan 20 GT berbahan dasar Kayu Jati KK II lebih besar daripada perhitungan volumetrik konstruksi Kapal Ikan 20 GT berbahan dasar laminasi *hybrid*. Volumetrik Kapal Ikan 20 GT

dengan material dasar Kayu Jati sebesar  $13,75 \text{ m}^3$ , sedangkan untuk kapal ikan berbahan dasar laminasi *hybrid* sebesar  $9,32 \text{ m}^3$ . Hal ini berarti selisih volumetrik dari penggunaan kedua material ini sebagai bahan baku pembuatan Kapal Ikan 20 GT sebesar  $4,43 \text{ m}^3$  atau sebesar 32,2%.

## **BAB 6**

### **ANALISA EKONOMIS**

#### **6.1. Pendahuluan**

Setelah dilakukan proses pengujian sifat mekanik laminasi *hybrid*, perancangan kapal ikan dan perhitungan ukuran konstruksinya, selanjutnya perlu dilakukan analisa secara ekonomis. Hal ini harus diperhitungkan mengingat laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang merupakan material baru sebagai bahan dasar dalam pembangunan kapal ikan. Perhitungan ekonomis sangat dibutuhkan untuk mendapatkan fakta bahwa material substitusi ini mampu bersaing dengan material kayu jati yang pada umumnya digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kapal ikan dalam segi ekonomis.

#### **6.2. Analisa Ekonomis**

Analisa ekonomis dalam Tugas Akhir ini menggunakan beberapa kriteria, yang pertama adalah biaya produksi yang akan dihitung pada kapal kayu penangkap ikan hanya terletak pada bagian saja, kedua adalah kesesuaian ukuran ketebalan sesuai dengan regulasi yang digunakan yaitu menurut BKI 2013 tentang "*Rules for Small Vessels up to 24 m*". Pada penelitian ini digunakan Kapal Ikan 20 GT untuk dijadikan sampel perhitungan biaya ekonomis. Perhitungan ekonomis yang dilakukan pada penelitian ini adalah biaya pembangunan Kapal Ikan 20 GT berbahan dasar jati dan laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dan Kayu Sonokembang dengan susunan arah serat sejajar. Hal ini dikarenakan dari seluruh variasi susunan arah serat laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang hanya laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat sejajar saja yang memenuhi tegangan izin BKI.

##### **6.2.1. Biaya Material Laminasi Hybrid**

Perhitungan ekonomis dihitung berdasarkan satu meter kubik Bambu Ori dan Kayu Sonokembang untuk dibuat menjadi kapal ikan. Langkah awal dari perhitungan ekonomis ini adalah menentukan harga dari material pokok pembuatan Kapal Ikan 20 GT dengan bahan dasar laminasi *hybrid*.

Tabel 6.1 Biaya material dasar

Material	Ukuran (cm)			Harga
	P	l	t	
Bambu Ori	400	3		Rp. 4.000,00
Kayu Sonokembang	200	10	0.5	Rp. 5.000,00

Pada Tabel 6.1 dijelaskan harga Bambu Ori dan Kayu Sonokembang dengan ukurannya masing-masing. Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini penulis membeli Bambu Ori dan Kayu Sonokembang dalam bentuk bilah dengan ukuran sesuai yang tertera pada Tabel 6.1. Dalam Tabel 6.1 tidak disebutkan ukuran tebal Bambu Ori, hal ini dikarenakan ketebalan bambu yang didapatkan dari penjual berbeda-beda tergantung bambu bagian mana yang diambil. Sebagai contoh bagian pangkal bambu memiliki ketebalan yang lebih besar daripada ketebalan bambu bagian ujung. Dari material Bambu Ori dan Kayu Sonokembang tersebut kemudian akan di planer hingga mencapai ketebalan 5 mm.

### 6.2.2. Perhitungan Biaya Lainnya

Selain biaya material utama, dalam pembuatan kulit Kapal Ikan 20 GT juga terdapat komponen-komponen biaya lainnya. Dalam proses ini komponen-komponen lain yang dimaksud adalah biaya perekat (lem), biaya tenaga kerja dan biaya overhead.

#### 1. Biaya Perekat

Dalam pembuatan kulit kapal ikan berbahan dasar laminasi *hybrid* ini antara kedua material dasar (Bambu Ori dan Kayu Sonokembang) digunakan lem *Epoxy Polymade Marine Use* yang merupakan produk dari Propan. Pembelian lem harus satu set, dimana dalam setiap set-nya didapatkan *resin* dan *hardener*. Harga dari lem ini adalah Rp. 95.000,- /set ukuran 1 kg. Pada kenyatannya satu set lem *Epoxy Polymade Marine Use* hanya cukup untuk pembuatan 6 papan laminasi berukuran 65x20x3 cm.

Tabel 6.2 Biaya kebutuhan perekat

Harga 1 kg set lem	95.000	Rp
1 kg lem bisa digunakan untuk	6	papan
Ukuran papan (p x l) (m)	0,65	0,2
Jumlah lapisan tiap papan	4	lapis
Jumlah luasan / kg set lem	3,12	m <sup>2</sup>
Biaya Perekat per m <sup>2</sup>	30.449	Rp

Dari Tabel 6.2 dapat dilihat bahwa dalam penggunaan satu set perekat dengan berat 1 kg dapat digunakan untuk pembuatan 6 papan laminasi dengan luasan tiap laminasinya adalah 0,65 m<sup>2</sup>. Sehingga untuk dapat menyelesaikan papan laminasi dengan luasan sebesar 1 m<sup>2</sup> harga lem yang diperoleh dari perhitungan adalah Rp. 30.449,-

## 2. Biaya Pokok

Biaya pokok atau biaya tetap adalah biaya yang tidak berubah meskipun volume produksi berubah. Dalam proses pembuatan kulit Kapal Ikan 20 GT menggunakan laminasi *hybrid* beberapa biaya pokok yang dibutuhkan adalah biaya untuk pembelian peralatan dasar seperti mesin *hand planner*, gergaji kayu, ragam, klem kayu dan bendo. Peralatan yang disebutkan diatas dikatakan peralatan dasar karena dalam prosesnya peralatan ini pasti dibutuhkan dalam pembuatan kulit Kapal Ikan 20 GT ini.

Tabel 6.3 Total biaya pokok

Jenis Biaya	Item	Jumlah (buah)	Harga (Rp)	Total (Rp)
Biaya Tetap	Gergaji	2	60.000	120.000
	Bendo	2	100.000	200.000
	Ragam	4	400.000	1.600.000
	Klem Kayu	6	75.000	450.000
	Mesin Hand Planner	1	400.000	400.000
<b>TOTAL BIAYA YANG DIBUTUHKAN (Rp)</b>				2.770.000

Dapat dilihat pada Tabel 6.3 total biaya untuk membeli peralatan pokok dalam pembuatan kulit Kapal Ikan 20 GT ini sebesar Rp. 2.770.000,-. Dengan rincian Rp. 120.000,- untuk pembelian 2 buah gergaji, Rp. 200.000,- untuk pembelian 2 buah bendo, Rp. 1.600.000,- untuk pembelian 4 buah ragam, Rp. 450.000,- untuk pembelian 6 buah klem kayu dan Rp. 400.000,- untuk pembelian 1 buah mesin *hand planner*.

## 3. Biaya Variabel

Biaya variabel adalah biaya yang selalu berubah sesuai dengan perubahan volume produksi. Dalam pengerjaan kulit Kapal Ikan 20 GT beberapa biaya variabel yang dibutuhkan antara lain digunakan untuk biaya pembelian barang habis pakai dan biaya sewa. Barang habis pakai yang dibutuhkan dalam pengerjaan ini antara lain adalah kuas dan kapi yang digunakan pada proses perekatan material laminasi. Kemudian untuk biaya sewa yang dibutuhkan adalah biaya listrik, sewa mesin *planner* dan sewa mesin *press*

Dari Tabel 6.4 dapat dilihat bahwa biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan laminasi tiap m<sup>3</sup> adalah Rp. 150.000,- untuk pembelian 15 kuas, Rp. 50.000,- untuk pembelian 10 kapi, Rp. 961.125,- untuk biaya penggunaan listrik, Rp. 4.660.000,- untuk biaya sewa mesin *planner*, Rp. 120.000,- untuk biaya sewa mesin *press*. Dari semua biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan 1 m<sup>3</sup> laminasi adalah Rp. 7.021.125,-.

Tabel 6.4 Total biaya variable

Jenis Biaya	Item	Jumlah	Harga (Rp)	Kebutuhan	Total (Rp)
Barang Habis Pakai	Kuas	15 buah	10.000 per buah	-	150.000
	Kapi	10 buah	5.000 per buah	-	50.000
Biaya Sewa	Listrik	233 kWH	1.500 per kWH	2,75	961.125
	Sewa mesin planner	233 jam	20.000 per jam	-	4.660.000
	Sewa mesin press	60 jam	20.000 per jam	-	1.200.000
<b>TOTAL BIAYA YANG DIBUTUHKAN (Rp)</b>					<b>7.021.125</b>

#### 4. Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja merupakan biaya yang dikeluarkan untuk membayar para pekerja dan pegawai yang bekerja. Biaya tenaga kerja atau upah adalah biaya yang dibebankan kepada sebuah perusahaan yang harus dibayarkan kepada tenaga kerja langsung. Berikut ini adalah perhitungan waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan kapal Ikan 20 GT berbahan laminasi *hybrid*.

Jumlah bilah Bambu Ori yang dibutuhkan	2579	bilah	
Jumlah bilah Kayu Sonokembang yang dibutuhkan	2064	bilah	
Waktu untuk proses planner/bilah	3	menit	
Waktu yang dibutuhkan untuk proses planner	13929	menit	233 jam
Waktu untuk proses pemotongan/bilah	1	menit	
Waktu yang dibutuhkan untuk proses pemotongan	4643	menit	78 jam
Waktu yang dibutuhkan untuk proses pengeleman	3600	menit	60 jam
Total waktu pengerjaan	22172	menit	371 jam

Dari perhitungan waktu pembuatan 1 m<sup>3</sup> laminasi *hybrid* ini kemudian akan dikonversikan menjadi biaya pekerja yang akan dikeluarkan untuk pembangunan kulit Kapal Ikan 20 GT menggunakan material dasar laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang.

Tabel 6.5 Biaya Tenaga Kerja

Item	Nilai
Biaya tenaga kerja per hari	Rp. 150.000,-
Jam kerja per hari	6 jam
Biaya jam orang	Rp. 25.000,-
Biaya tenaga kerja per m <sup>3</sup>	Rp. 9.250.000,-

Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 6.5 total biaya yang dibutuhkan untuk tenaga kerja langsung adalah Rp. 9.250.000,-, dengan rincian per hari seorang tenaga kerja

diberi upah Rp. 150.000,- dengan jam kerja efektif 6 jam. Hal ini berarti biaya tenaga kerja per jam orang adalah sebesar Rp. 25.000,-.

### 6.3. Kebutuhan Material Kapal Ikan Berbahan Laminasi *Hybrid*

Kebutuhan material kapal ikan didasarkan pada ukuran komponen konstruksinya yang dikalikan dengan dimensi yang telah didapatkan dalam desain kapal yang telah dirancang. Ukuran konstruksi Kapal Ikan 20 GT berbahan dasar laminasi *hybrid* telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

Tabel 6.6 Biaya pembangunan Kapal Ikan 20 GT

Bagian Konstruksi	Sub Biaya Material (Rp)
Lunas	15.581.154
Linggi	7.518.923
Gading	203.273.231
Galar Balok	6.019.406
Galar	5.442.406
Galar Kim	4.951.781
Kulit	34.481.266
Geladak	15.152.536
Dinding Bangunan Atas	7.836.333
Geladak Bangunan Atas	6.166.263
<b>Total</b>	<b>306.423.300</b>

Perhitungan ekonomis dapat dilihat pada Tabel 6.6 dapat diketahui total biaya material yang dibutuhkan untuk pembangunan Kapal Ikan 20 GT berbahan dasar laminasi *hybrid* adalah Rp. 306.423.300,-. Perhitungan di atas belum termasuk biaya tenaga kerja dan biaya peralatan yang dibutuhkan dalam pembangunan Kapal Ikan 20 GT.

### 6.4. Biaya Pembangunan Kapal Ikan 20 GT Berbahan Dasar Laminasi *Hybrid*

Dari sub bab sebelumnya telah didapatkan beberapa komponen biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan Kapal Ikan 20 GT berbahan dasar laminasi *hybrid*. Diantaranya adalah biaya material, biaya perekat, biaya pekerja, biaya pokok dan biaya variabel. Dari semua komponen biaya tersebut kemudian akan dijumlahkan untuk mendapatkan total biaya dari pembangunan Kapal Ikan 20 GT.

Dari Tabel 6.7 didapatkan total biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan Kapal Ikan 20 GT yang berbahan dasar laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang adalah sebesar Rp. 460.881.589,-. Dengan rincian Rp. 306.423.300,- digunakan untuk pembelian material dan perekat, Rp. 86.233.538,- digunakan untuk upah pekerja, Rp.

65.454.751,- digunakan untuk pembayaran sewa barang dan jasa dan RP. 2.770.000,- digunakan untuk pembelian peralatan pokok.

Tabel 6.7 Total biaya pembangunan Kapal Ikan 20 GT berbahan laminasi *hybrid*

Item	Total Sub Biaya (Rp)
Biaya Material dan Perekat	306.423.300
Biaya Tenaga Kerja	86.233.538
Biaya Variabel	65.454.751
Biaya Pokok	2.770.000
<b>Total Biaya Pembangunan (Rp)</b>	<b>460.881.589</b>

#### 6.5. Biaya Pembangunan Kapal Ikan 20 GT Berbahan Dasar Kayu Jati Solid

Selain perhitungan biaya pembangunan Kapal Ikan 20 GT berbahan dasar laminasi *hybrid*, dalam Tugas Akhir ini juga akan dibahas mengenai pembangunan Kapal Ikan 20 GT berbahan dasar Kayu Jati solid. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan perbandingan biaya antara penggunaan laminasi *hybrid* dan Kayu Solid sebagai bahan dasar pembuatan Kapal Ikan 20 GT.

Dalam komponen-komponen biaya seperti biaya pokok, biaya pekerja dan biaya variabel penggunaan Kayu Jati solid untuk Kapal Ikan 20 GT diasumsikan memiliki nilai yang sama dengan komponen-komponen biaya pembangunan Kapal Ikan 20 GT menggunakan laminasi *hybrid*. Sedangkan untuk biaya material Kayu Jati didapatkan dari hasil wawancara dengan beberapa pedagang kayu yang ada di beberapa daerah di Jawa Timur dan kemudian didapatkan harga rata-rata kayu jati gelondongan dengan kelas kuat dan kelas awet II per meter kubik adalah sebesar Rp. 25.000.000,-.

Tabel 6.8 Total biaya pembangunan Kapal Ikan 20 GT berbahan kayu jati solid

Item	Total Sub Biaya (Rp)
Biaya Material	550.126.888
Biaya Tenaga Kerja	127.216.843
Biaya Variabel	96.562.741
Biaya Pokok	2.770.000
<b>Total Biaya Pembangunan (Rp)</b>	<b>776.676.472</b>

Dari Tabel 6.8 didapatkan total biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan Kapal Ikan 20 GT yang berbahan dasar kayu jati solid adalah sebesar Rp. 776.676.472,-. Dengan rincian Rp. 550.126.888,- digunakan untuk pembelian material, Rp. 127.216.843,- digunakan untuk upah pekerja, Rp. 96.562.741,- digunakan untuk pembayaran sewa barang dan jasa dan RP. 2.770.000,- digunakan untuk pembelian peralatan pokok.



#### 6.6. Perbandingan Biaya Pembangunan Kapal Ikan 20 GT Berbahan Laminasi *Hybrid* dengan Kayu Jati Solid

Data-data perhitungan biaya pembangunan Kapal Ikan 20 GT dengan menggunakan material laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dan Kayu Sonokembang akan dibandingkan dengan pembangunan Kapal Ikan 20 GT dengan menggunakan material Kayu Jati Solid. Perbandingan ini digunakan untuk mengetahui nilai ekonomis dari pembangunan Kapal Ikan 20 GT dengan menggunakan material yang berbeda.

Tabel 6.9 Perbandingan biaya pembangunan

Material	Harga (Rp)	Selisih (Rp)	Presentase (%)
Laminasi <i>Hybrid</i>	460.881.589	315.794.883	40,66
Kayu Jati Solid	776.676.472		

Berdasarkan Tabel 6.9 dapat disimpulkan bahwa pembangunan Kapal Ikan 20 GT dengan menggunakan material laminasi *hybrid* jauh lebih murah daripada pembangunan Kapal Ikan 20 GT menggunakan material Kayu Jati Solid. Pembangunan Kapal Ikan 20 GT dengan menggunakan laminasi *hybrid* memerlukan total biaya sebesar Rp. 460.881.589,- sedangkan biaya total yang diperlukan untuk pembangunan Kapal Ikan 20 GT menggunakan material Kayu Jati Solid sebesar Rp. 776.676.472,-. Perbedaan biaya pembangunan Kapal Ikan menggunakan laminasi *hybrid* dan kayu jati solid adalah sebesar Rp. 315.794.883,- atau sebesar 40,66%.

Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB 7**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **7.1. Kesimpulan**

Setelah dilakukan percobaan dan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat sejajar nilai kuat tarik 114,636 MPa dan nilai kuat tekuk sebesar 111,606 MPa. Laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat menyilang memiliki nilai kuat tarik sebesar 53,814 MPa dan nilai kuat tekuk sebesar 68,403 MPa. Kuat tarik dan kuat tekuk laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat diagonal berturut-turut sebesar 80,074 MPa dan 70,415 MPa. Dan nilai kuat tarik dan kuat tekuk variasi susunan arah serat diagonal silang sebesar 72,948 MPa dan 39,635 MPa.
2. Dari hasil pengujian laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang yang memenuhi persyaratan dari BKI yang akan digunakan sebagai material konstruksi kapal ikan adalah laminasi *hybrid* dengan susunan arah serat sejajar.
3. Ukuran volumetrik konstruksi Kapal Ikan 20 GT menggunakan laminasi *hybrid* sebesar 9,32 m<sup>3</sup> sedangkan volumetrik ukuran konstruksi Kapal Ikan 20 GT menggunakan Kayu Jati Solid sebesar 13,75 m<sup>3</sup>, dengan selisih volumetriknya sebesar 4,43 m<sup>3</sup> atau sebesar 32,2%.
4. Dalam aspek ekonomis biaya pembangunan Kapal Ikan 20 GT menggunakan laminasi *hybrid* adalah Rp. 460.881.589,-. Sedangkan biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan Kapal Ikan 20 GT dengan menggunakan Kayu Jati Solid membutuhkan biaya sebesar Rp. 776.676.472,-. Pembangunan kulit dengan menggunakan laminasi *hybrid* lebih ekonomis Rp. 315.794.883,- atau sebesar 40,66%.

#### **7.2. Saran**

1. Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menggunakan variasi susunan arah serat, kemudian pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan sudut kemiringan yang berbeda-beda pada susunan arah serat diagonal sehingga dapat diketahui pengaruh sudut

kemiringan terhadap kekuatan mekanik laminasi *hybrid* antara Bambu Ori dengan Kayu Sonokembang

2. Bahan baku laminasi *hybrid* pada Tugas Akhir ini terbatas pada Bambu Ori dan Kayu Sonokembang, maka disarankan pada penelitian selanjutnya menggunakan jenis bambu dan kayu yang berbeda, sehingga nantinya bisa dijadikan sebagai pembanding.

## DAFTAR PUSTAKA

- (2016, Desember 15). Retrieved from [kairosanugerahmarina.co.id](http://kairosanugerahmarina.co.id)
- (2016, Desember 28). Retrieved from [puskim.pu.go.id](http://puskim.pu.go.id)
- Alvin, K.L. & Murphy, R.J. (1988). *Variation in Fiber and Parenchyma Wall Thicknes in Culums of the Bamboo Sinobamboosathoothstik*. IAWA Bull N.s vol 9 (4) The Netherlands. pp 353-361.
- ASTM. (2004). *Standard Test Method for Structural Panel in Tension D-3500*. New York: American Society for Testing and Materials.
- ASTM. (2004). *Standard Test Methods for Structural Panel in Flexure D-3043*. New York: American Society for Testing and Materials.
- Ayodhyoa, A. (1972). *Craft and Gear*. Jakarta: COrrispondance Course Center.
- Badan Standardisasi Nasional. (1979). *Peraturan Konstruksi Kayu*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *Spesifikasi Desain untuk Konstruksi Kayu*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bamboe Indonesia. (2017, Mei 2). Retrieved from [bamboeindonesia.wordpress.com](http://bamboeindonesia.wordpress.com)
- Bambu Petung. (2017, Februari 19). Retrieved from [www.basic-24.com](http://www.basic-24.com)
- Biro Klasifikasi Indonesia. (1996). *Peraturan Kapal Kayu Vol VI*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- Biro Klasifikiasi Indonesia. (2013). *Rules for Small Vessels up to 24 m Vol VII*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- Duta Rimba Indonesia. (2016, 12 10). *HJD Kayu Sono Kembang*. Retrieved from <http://www.dutarimba.com/2012/06/hjd-kayu-sono-kembang.html>
- Forest Watch Indonesia. (2014). *Potret Keadaan Hutan Indonesia 2009-2013*. Bogor: Forest Watch Indonesia.
- Frick, H. (2004). *Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu*. Yogyakarta: Kanisius.
- Haniza, S. (2005). *Perilaku Mekanika Papan Laminasi Bambu Petung Terhadap Beban Lateral*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Heyne. (1987). *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Jakarta: Badan Penelitian Pengembangan Kehutanan Departemen Kehutanan.

- Indian Plywood Industries Research and Training I. (2008). *Modern Bamboo Structure*. London.
- Janssen, J. (1980). *Bamboo in Building Structure. The Mechanical Properties of Bamboo Used in Construction*. Canada: IDRC.
- Liese, W. (1988). *Preservation of Bamboo*. Canada: IDRC.
- Lincoln, W. (1989). *The Encyclopedia of Wood. A Directory of Timbers and Their Special Uses*. Oxford: Facts on File.
- Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2008). *Indonesia Patent No. PER.05/MEN/2008*.
- Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2010). *Indonesia Patent No. Nomor 16 Tahun 2010*.
- Nandika, D. (2005). *Hutan bagi Ketahanan Nasional*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2002). *Indonesia Patent No. Nomor 51 Tahun 2002*.
- Render, B. (2001). *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- rimbakita.blogspot.co.id. (2017, 04). *Kayu Sonokembang*. Retrieved from rimbakita: <http://rimbakita.blogspot.co.id/2013/04/kayu-sonokembang.html>
- Rosyid, D. M. (2004). *Pengembangan Komposit Kayu dan Bambu Sebagai Material Alternatif Untuk Pembangunan Kapal Kayu*.
- Supomo, H. (2016). *Studi Penggunaan Bambu Sebagai Material Alternatif Untuk Bahan Pembuatan Kapal Ikan Dengan Metode Cold Press Planking System*. Surabaya: ITS Program Pasca Sarjana Fakultas Teknologi Kelautan.
- Tular, & Sutijan. (1961). *Bamboo in Indonesia*. Bandung: Regional Housing Centre.
- Turnip, R. (2011). *Penggunaan Komposit*. Jakarta: Universitas Indonesia.

## LAMPIRAN

Lampiran A Tabel Kayu yang Boleh Digunakan Untuk Konstruksi Kapal Ikan

Lampiran B Proses Pembuatan Spesimen Uji

Lampiran C Data Hasil Uji Tarik

Lampiran D Data Hasil Uji Tekuk

Lampiran E Grafik *Load* Hasil Uji Tarik

Lampiran F Grafik *Load* Hasil Uji Tekuk

Lampiran G Analisis Hasil Uji Tarik

Lampiran H Rekapitulasi Analisis Hasil Uji Tarik

Lampiran I Rekapitulasi Analisis Hasil Uji Tekuk

Lampiran J Dokumentasi Survey

Lampiran K *Lines Plan* Kapal Ikan 20 GT Lamongan

Lampiran L Perhitungan Ukuran Konstruksi

Lampiran M Perhitungan Ekonomis

Lampiran N Perbandingan Total Biaya Pembangunan Kapal Ikan 20 GT

Lampiran O Standar ASTM D3500

Lampiran P Standar ASTM D3043

Lampiran Q Surat Keterangan Kayu

**LAMPIRAN A**  
**TABEL KAYU YANG BOLEH DIGUNAKAN UNTUK**  
**KONSTRUKSI KAPAL IKAN**



No	Nama dagang (huruf besar)	Nama latin (Famili dalam tanda kurung)	Kelas		Berat jenis kering udara (U=15±3%)			Pemakaian	Tempat Tumbuh
			Awet	Kuat	Min	Max	Rata <sup>2</sup>		
1	AMPUPU	Eucalyptus Alba Reinw (Myrtaceae)	II-III	I-II	0.68	1.02	0.89	Gading, galar, kulit, papan geladak	Maluku, Nusa Tenggara
2	BALAM Nyatoh, Suntai, Maneo, Somaran, Sambun, Arupa, Golin, Headf	Palaquin ndloyi K ot G (Sapotacone)	II	I	0.90	1.12	1.04	Papan, kulit, gading, galar, balok geladak, papan geladak	Seluruh Indonesia
3	BALAU Damar laut, Balau, Sinantok, Pooti, Benuas, Kelepek, Bangki rai, Resak, Minyak Darnadcre	Sharea Spp, Hopea Celebica, Burck (Dipterocarpaceae)	I(II- III)	I-II	0.65	1.22	0.98	Gading, galar, kulit, papan geladak, balok geladak	Sumatera, Sulawesi, Kalimantan
4	BNGKIRAI Benuas, Selangan Batu, Tokam, Bangkirai, Anggelam	Shore laevifolia Ender (Dipterocarpaceae)	I	I-II	0.60	1.16	0.91	Semua bagian kapal	Kalimantan
5	BEDARU Daru-daru, Garu Buaya, Tusan	Candeya cormiculata, Howard (Icacinaeae)	I	I	0.84	1.36	1.04	Lunas, linggi, gading, dudukan mesin dan bagian yang memerlukan kekuatan	Sumatera, Kalimantan, Nusa Tenggara Barat
6	BELANGERAN Kawi, Kohooi	Shorea balangeran, Burck, (Dipterocarparene)	II(I- III)	(I)- II	0.73	0.98	0.86	Gading, galar, balok geladak, papan geladak, kulit	Sumatera, Kalimantan
7	BERUMBUNG	Adina minutiflora Val (Rubiaceae)	II	I-II	0.74	0.94	0.85		Sumatera, Kalimantan
8	BINTANGUR Nyamplung, Punaga, Kapur- raya, Betawa, Bentango, Bali- toko	Calopy Ilum Spp (Guttiferae)	III	II- III	0.37	1.07	0.78	Konstruksi bagian dalam tiang layer	Sumatera, Jawa, Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku
9	BUGIS, Kelembiring	Koordersiodendron pinnatum Merr (Anacardiaceae)	III-IV	II- III	0.41	1.02	0.80	Gading, galar, kulit, geladak	Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Irian Jaya

No	Nama dagang (huruf besar)	Nama latin (Famili dalam tanda kurung)	Kelas		Berat jenis kering udara (U=15±3%)			Pemakaian	Tempat Tumbuh
			Awet	Kuat	Min	Max	Rata <sup>2</sup>		
10	BUNGUR Wungu ketangi, Oindolo, Langoti	Lagerstroemia speciose Pers (Lythraceae)	II-III	I-II	0.62	1.01	0.8	Rangka-ranka, gading, galar, kulit, papan	Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara
11	CEMARA Angin, Embun, Ruwow	Casuarina Spp (Casuarinaceae)	II-III	I-II	1.04	1.18			Sumatera, Jawa, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara, Irian Jaya, Kalimantan Barat
12	CEMPAGA Pondongio motaha, Kayuroda	Dysoxylum densiflorum Miq (Meliaceae)	II-III	II	0.57	0.90	0.71		Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara
13	CENGAL Awngkung, Tekan, Cangar, Mata-kucing, Gagil	Hopea Sangal Korth (Santalaceae)	II-III	II-III	0.51	0.89	0.70	Kulit, gading, papan geladak, senta	Sumatera, Jawa
14	DUNGUN Dungun-dungun, Dasi kambing palapi	Heritiera littoralis Orxand (Sterculiaceae)	I-II	I	0.88	1.23	0.98	Bangka- rangka, lunas dan bagian lain yang memerlukan perlengkapan uap	Seluruh Indonesia
15	GADOK Gerunjing, Bintangun, Palentuna, Polo	Bischofia javanica Bi (Euphorbiaceae)	II-III	II- (III-I)	0.55	1.00	0.75	Gading, galar, balok geladak, papan geladak	Sumatera, Jawa, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara, Irian Jaya
16	GELAM	Melaleuca leucadendron L (Myrtaceae)	III	II	0.73	0.85		Gading, galar, balok geladak, papan geladak, kulit	Seluruh Indonesia
17	GIA, Hiya, Alilowas, Samal, Samarbatu	Homalium foetidum Bent (Flacourtiaceae)	I-(II)	I- (II)	0.77	1.06	0.97	Lunas, linggi, gading, senta, kulit	Sulawesi, Maluku, Kalimantan, Irian Jaya

No	Nama dagang (huruf besar)	Nama latin (Famili dalam tanda kurung)	Kelas		Berat jenis kering udara (U=15±3%)			Pemakaian	Tempat Tumbuh
			Awet	Kuat	Min	Max	Rata <sup>2</sup>		
18	GIAM, Resak tembaga, Resak daun lebar	Cotylelobium Sperdiv (Dipterocarpaceae)	I	I	0.83	1.15	0.99	Lunas, rangka, gading, linggi, kulit, galar, geladak	Sumatra, Kepri, Kalimantan
19	GISOK, Gisok Gunung	Shorea Guiso BI (Dipterocarpaceae)	II-III	I-II	0.73	0.97	0.83	Gading, galar, kulit, papan geladak, balok geladak	Sumatera, Kalimantan
20	GOFASA Gofasa, Batu Bili, Tempira, Walata, Kalban	Vitex cofassus Reinw (Verbenaceae)	II-III	II-III	0.57	0.93	0.74	Gading, kulit, papan geladak	Sulawesi, Maluku, Irian Jaya
21	JATI, Teak, Taok, Jatos, Deleg, Dodolan, Jate, Kiati	Tectona grandis Lf (Verbenaceae)	I-(II)	II	0.59	0.82	0.70	Semua bagian kapal	Jawa, Sulawesi, Nusa Tenggara
22	JOHAR	Casia siamea Larnk (Caesalpiniaceae)	I-II	II-I	0.68	0.96	0.84	Papan geladak, dinding rumah geladak	Jawa, Sumatera
23	KAPUR, Kamper, Sintok, Petanang, Kuras, Burnes, Charnperwood	Dryobalanops lanceolate, Burck (Dipterocarpaceae)	II-III	I-II	0.63	0.94	0.81	Kulit, papan geladak, gading, balok geladak, rumah geladak, galar, senta	Sumatera, Kalimantan
24	KEMPAS, Manggeris, Hampas, Tualang, Bengaris	Koompassia malaccensis Maing (Caesalpiniaceae)	III-IV	I-II	0.68	1.29	0.95	Lunas, linggi, gading, pondasi mesin, senta	Sumatera, Kalimantan
25	KERUING Palahlar, Keladan, Logam ariung, Kayu kawan, tempulan, Dermala, Andiri, Kakap	Dipterocarpus Specdiv (Dipterocarpaceae)	III	(I)-II	0.51	1.01	0.79	Kulit, papan geladak, gading	Sumatera, Jawa, Kalimantan
26	KETAPANG, Sirise	Terminalia balerica Roxb, Terminalia edulisblanco, Terminalia gigantean V SI (Combretaceae)	III-V	II-III	0.41	0.85		Gading, papan geladak, galar, balok geladak	Seluruh Indonesia
27	KOLAKA Bunga	Parinari Corymbosa Miq (Rosaceae)	III	I	0.73	1.09	0.96	Gading, galar, balok geladak, papan geladak, kulit	Seluruh Indonesia

No	Nama dagang (huruf besar)	Nama latin (Famili dalam tanda kurung)	Kelas		Berat jenis kering udara (U=15±3%)			Pemakaian	Tempat Tumbuh
			Awet	Kuat	Min	Max	Rata <sup>2</sup>		
28	KOSAMBI Kesambi	Schleichera oleosa Merr (Sapindaceae)	III	I	0.73	1.09	0.96	Lunas, linggi, gading, senta, kulit, papan geladak	Jawa, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara,
29	KRANJI Keranji	Dialium platysepalum Baber (Caesalpinia)	I	I-II	0.84	1.04	0.98	Gading, galar, lunas, linggi	Sumatera, Jawa, Kalimantan
30	KUKU	Pericopsis mooniana Thw (Papilionaceae)	II	I			0.87	Gading, kulit, galar, senta, geladak, balok geladak, rumah geladak	Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Irian Jaya
31	KULIM Kayu bawang, Kunder	Scorodocarpus borneensis Becc (Olacaceae)	I-(II)	I	0.73	1.08	0.94	Lunas, linggi, gading, kulit, galar, dudukan mesin dan bagian yang memerlukan kekuatan	Sumatera, Kalimantan
32	KUPANG	Ormosia Sumatrana Prain (Papilionaceae)	II-IV	II-II	0.54	0.78		Konstruksi di atas garis air	Sumatera, Jawa, Kalimantan, Maluku, Sulawesi
33	LABAN Leban, Kiheyas, Pampa halban	Vilx pusbesceus Vahl. (Verbenaceae)	I	I-II	0.74	1.02	0.88	Kulit, papan geladak, gading, lunas, galar, linggi, dll	Sumatera, Kepri, Kalimantan
34	LARA, Mangi, Momosi, Motulu, Nani, Masili	Mestrosideruspetiolata Kds (Myrtaceae)	I	I	0.98	1.23	1.15	Lunas, gading, linggi, dudukan mesin, galar dan bagian yang memerlukan kekuatan	Sulawesi, Maluku
35	LEDA	Eucalyptus deglupta BI (Myrtaceae)	IV(V- II)	III (II- IV)	0.39	0.81	0.57	Bagian konstruksi di atas garis air	Sulawesi, Maluku
36	MAHANG Kapur	Macaranga hypoleuca Meuli Arg. (Euphorbiaceae)	IV-V	II- IV	0.30	0.55		Papan rumah geladak, papan geladak dan konstruksi diatas garis air	Sumatera, Jawa, Kalimantan
37	MAHONI	Swietenia mahagoni Jocq, Swietenia Machrophylla King (Meliaceae)	III	II- III	0.56	0.76	0.64	Kulit, papan geladak, gading, galar	Jawa

No	Nama dagang (huruf besar)	Nama latin (Famili dalam tanda kurung)	Kelas		Berat jenis kering udara (U=15±3%)			Pemakaian	Tempat Tumbuh
			Awet	Kuat	Min	Max	Rata <sup>2</sup>		
38	MALAS, Gelam tembago, Ampalang	Parastemoll Urophyllum A. DC (Rosaceae)	II-III	I	0.95	1.15	1.04	Semua bagian kapal	Sumatera, Kalimantan
39	MATOA Kasai Galunggung, Kase, Jagir, Hatobu motoa, Iseb	Pomeria Spp (Sapindaceae)	III-IV	II(I- III)	0.50	0.99	0.77		Sumatera, Jawa, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara, Irian Jaya
40	MEDANG Kisereh, Kayu lada, Selasih, Marawali, Palio	Litsea fmna Hook, f Debaasiacaesia BI (Lauraceae)	III-V	II-V	0.36	0.85		Papan geladak, bagian konstruksi diatas garis air	Seluruh Indonesia
41	MERANTI BATU	Sborea platyclados (Dipterocarpaceae)	II-IV	II- IV	0.29	1.01	0.55	Lunas, linggi, kulit, papan geladak, gading	Sumatera, Kalimantan, Maluku, Sulawesi
42	MERANTI MERAH Banio, Damar, Lampung, Seraya lanan, Uban salak	Shorea acuminate Dyer (Dipterocarpaceae)	III-IV	II- IV	0.29	1.01	0.55	Papan geladak, konstruksi diatas garis air	Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku
43	MERANTI PUTIH, Kayu takan, Honi, Damar cermin, Mesegar, Meranti bodat	Shorea lamellate (Dipterocarpaceae)	III-IV	II- IV	0.29	0.96	0.54	Papan geladak, konstruksi diatas garis air	Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku
44	MERAWAN Nyerekat, Damar lilin, Dasal, Manirawan, gagil, andorie, boamo, sam, wapei	Hopea daasyrrachis VSI, Hopea dryobalanoides Mig. Hopea fermginea Parijs, Hope Mengarawan Mig. Hope Sericea BI (Dipterocarpaceae)	II-III	II- III	0.42	1.03	0.70	Papan geladak, konstruksi diatas garis air	Sumatera, Kalimantan
45	MERBAU Ipil, Merbo, Bayam, Kayu besi	Instsia bijuga, Ktze, Instsia palembanica Mig, (Caesalpiniaceae)	I-II	I- (II)	0.52	1.04	0.80	Bagian kapal diatas garis air	Seluruh Indonesia
46	NYIRIH	Xylocarpus granarum Koen (Meliaceae)	II-II	II	0.70	0.74		Bagiaan konstruksi diatas garis air	Seluruh Indonesia

No	Nama dagang (huruf besar)	Nama latin (Famili dalam tanda kurung)	Kelas		Berat jenis kering udara (U=15±3%)			Pemakaian	Tempat Tumbuh
			Awet	Kuat	Min	Max	Rata <sup>2</sup>		
47	PASANG Hampening, paning-paning, begung, hoting, karamajo, batamwa, wrakas, palele	<i>Quercus lineata</i> BI, <i>Lithocarpus sundaicus</i> (Fagaceae)	II-IV	III	0.50	0.69	0.58	Gading, galar, balok geladak	Seluruh Indonesia
48	PATIN, Selenar	<i>Mussaendopsis beccariana</i> Baili	I	I-II	0.82	1.02	0.92	Gading, galar, kulit, balok geladak, papan geladak	Sumatera, Kepri, Kalimantan
49	PELAWAN	<i>Tristania Maingayi</i> <i>Duthie</i> (Myrtaceae)	I-II	I	1.00	1.19		Lunas, linggi, gading, kulit dan bagian yang memerlukan kekuatan	Sumatera, Kalimantan
50	PEREPAT DARAT	<i>Combretocarpus rotundatus</i> Dans (Bhizoporaceae)	III	II	0.67	0.85	0.76	Bagian konstruksi diatas garis air	Sumatera, Kalimantan
51	PEREPAT LAUT Rambai papan, perepak, beropa	<i>Sonneratia alba</i> Smith (Solulcratiaceae)	III-II	II-I	0.62	1.00	0.78	Gading, kulit, papan geladak, balok geladak	Seluruh Indonesia
52	PETALING Petatar	<i>Ochanostachys anlentacea</i> Mast (Olacace)	I-II	I-II	0.72	1.09	0.91	Lunas, linggi, gading, galar, kulit	Sumatera, Kalimantan
53	PETANANG	<i>Dryoba lanops oblollgifolia</i> Dyer (Dipterocarpaceae)	III	II	0.62	0.91	0.75		Sumatera
54	PIMPING	<i>Sterculiafoctida</i> L (Sterculiaceae)	III-V	I-IV	0.35	0.64			Seluruh Indonesia
55	PINANG	<i>Pentace Triptera</i> Mast (Tiliaceae)	III-V	II- III	0.47	0.87	0.66	Konstruksi diatas garis air	Sumatera, Kalimantan
56	POLAPI, Piratu, kalapi	<i>Kallapia celebiea</i> Kastern (Capsalponiaceae)	I-III	II	0.59	0.71	0.61	Papan	Kalimantan, Sulawesi

No	Nama dagang (huruf besar)	Nama latin (Famili dalam tanda kurung)	Kelas		Berat jenis kering udara (U=15±3%)			Pemakaian	Tempat Tumbuh
			Awet	Kuat	Min	Max	Rata <sup>2</sup>		
57	PUNAK Penagit	Tetrameristaglabra Miq (Theaceae)	III-IV	II	0.55	0.90	0.76	Papan geladak, dinding rumah geladak, rangka rumah geladak	Sumatera, Kalimantan
58	PUSPA Madang keladi	Schima wallichii Korth (Theaceae)	III	II	0.62	0.71		Gading, kulit, galar, papan geladak	Sumatera, Jawa, Kalimantan
59	PUTAT Telisia, Wiwa	Planchonia Valida BI (Lecythidaceae)	II-II	I-II	0.80	0.89		Papan geladak, kulit, gading	Seluruh Indonesia
60	RASAMALA Mandung	Alringia excels Noronha (Hamamelida)	II- (III)	II	0.61	0.90	0.81		Sumatera, Jawa
61	RENGAS, Bara- bara, Gengas, Bembalut, Jongas, Keramu	Gluta Benghas L (Anacardiaceae)	II	II	0.59	0.84	0.69	Gading, galar, kulit papan, geladak, balok geladak	Sumatera, Jawa, Kalimantan
62	RESAK Rasak, Sigam, Aboh, Cengal, Arsad, Hiru	Varica Spp (Dipterocarpaceae)	III	II	0.49	0.99	0.70	Lunas, gading, linggi, kulit, balok geladak	Sumatera, Kalimantan, Maluku, Irian Jaya
63	SAWO KECIK	Manilkara Kauki (Sapotaceae)	I	I	0.97	1.06	1.03	Bantalan poros	Sumatera, Jawa, Sulawesi, Maluku, Nusa tenggara
64	SIMPUR Simpur jangkang	Dillenia eximia Miq (Dilleniaceae)	III-V	I-III	0.60	0.89		Konstruksi diatas garis air	Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi,
65	SINDUR Suren	Sindora Spp (Caesalpiniaceae)	II-V	II- III	0.59	0.85		Geladak dan konstruksi diatas garis air	Seluruh Indonesia
66	SOLEWE Polapi, Latoo	Madhuca philipinosi Merr	I-II	I-II	0.84	0.93		Lunas, linggi, galar, kulit gading	Sulawesi

No	Nama dagang (huruf besar)	Nama latin (Famili dalam tanda kurung)	Kelas		Berat jenis kering udara (U=15±3%)			Pemakaian	Tempat Tumbuh
			Awet	Kuat	Min	Max	Rata <sup>2</sup>		
67	SURIAN Suren	Toona sereni Merr (Meliaceae)	III-V	III-V	0.38	0.50		Papan geladak dan konstruksi diatas garisa air	Seluruh Indonesia
68	SURIAN BAWANG	Melia excels Jack (Meliaceae)	III-IV	II-III	0.49	0.70	0.60	Papan dan bagian diatas air	Sumatera, Kalimantan, Papua, Maluku
69	TANJUNG Nane	Mimusopselengi L (Sapotaceae)	I-II	I	0.92	1.12	1.00	Gading, galar, linggi, lunas, kulit	Sumatera, Jawa, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara
70	TEMBESU Tembusan talang, talang tanduk	Fagraea fragrans Roxb, Fagraea soraria JIS (Loganiaceae)	I	II	0.72	0.93	0.81	Lunas, gading, linggi, kulit	Sumatera, Jawa, Kalimantan
71	TEMPINIS	Sloetia elongate Kels (Moraceae)	I	I	0.92	1.20	1.01	Lunas, linggi, kulit dan bagian yang memerlukan kekuatan	Sumatera, Sulawesi
72	TERALING dangun, Mengkulang	Terrietia symplificolia Mast (Sterculiaceae)	II-IV	II	0.52	0.99	0.75	Papan-papan dan gading	Sumatera, Jawa, Sulawesi
73	TERAP	Artocarpus elasticus Reinw (Moraceae)	III-IV	III-V	0.21	0.64	0.44		Seluruh Indonesia
74	TUALANG bengaris, Kempas	Koompassia excels Taub (Caesal piniaceae)	III-IV	II(I-II)	0.57	1.12	0.83	Lunas, linggi, dudukan mesin, kulit gading, galar	Sumatera Kalimantan, Sulawesi
75	ULIN Bulian	Eusideroxylon Zwageri T et B (Lauraceae)	I	I	0.88	1.19	1.04	Semua bagian kapal, bagian yang memerlukan kekuatan	Jawa, Nusa Tenggara
76	WALIKUKUN	Schoutenia ovata Korth (Tiliaceae)	II	I	0.90	1.08	0.98	Semua bagian terutama yang memerlukan kekuatan	Jawa, Nusa Tenggara



**LAMPIRAN B**  
**PROSES PEMBUATAN SPESIMEN UJI**



Proses pemipihan bilah Kayu Sonokembang menggunakan mesin *Auto Single Planner*



Proses penyusunan papan laminasi



Proses pemipihan bilah Bambo Ori menggunakan mesin *Auto Single Planner*



Proses pencampuran perekat



Pemotongan bilah Kayu Sonokembang menggunakan gergaji



Proses pengaplikasian perekat pada papan laminasi

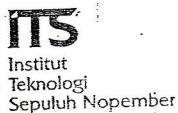


Pemotongan bilah Bambo Ori menggunakan gergaji



Proses pengepressan

**LAMPIRAN C**  
**DATA HASIL UJI TARIK**



Telp./Fax. 031 599 4933, Email: labkonjtp@gmail.com

IT2.4.1.1/PM.05.02/20

DIAMETER

PROJECT

[illegible]





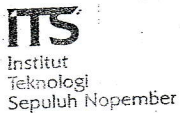
**LABORATORIUM KONSTRUKSI DAN KEKUATAN KAPAL**  
**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
Gedung W – Lantai 1, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp./Fax. 031 599 4933, Email: labkonjtp@gmail.com

/IT2.4.I.1/PM.05.02/20

DATE \_\_\_\_\_  
ORDER FROM \_\_\_\_\_  
TEST STANDARD \_\_\_\_\_  
MATERIAL SPECS. \_\_\_\_\_  
DIAMETER \_\_\_\_\_  
  
PROJECT \_\_\_\_\_

TENSION TEST										
NO	CODE MATERIAL	SPECIFICATION SAMPLE				TENSILE TEST RESULTS				REMARK / Weight per Meter
		WEIGHT	LENGTH	DIA.	C S A	YIELD STRESS	ULTIMATE STRESS	ELONGA TION	REDUCT. of AREA	
		( mm )	( mm )	( mm )	( mm <sup>2</sup> )	( MPa )	( MPa )	( % )	( % )	
1.	Sil 1	12,65	20,25				55,434	22,9		
2.	Sil 2	10,38	20,92				39,604	13,6		
3.	Sil 3	11,7	20,98				52,553	19,3		
4.	Sil 4	13,19	19,06				66,825	30,6		
5.	Sil 5	11,38	20,42				59,652	22,2		



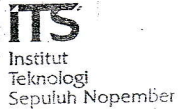


Gedung W – Lantai 1, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp./Fax. 031 599 4933, Email: labkonijtp@gmail.com

/IT2.4.I.1/PM.05.02/20

DATE \_\_\_\_\_  
ORDER FROM \_\_\_\_\_  
TEST STANDARD \_\_\_\_\_  
MATERIAL SPECS. \_\_\_\_\_  
DIAMETER \_\_\_\_\_  
  
PROJECT \_\_\_\_\_

[illegible]



Gedung W – Lantai 1, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp./Fax. 031 599 4933, Email: labkonjtp@gmail.com

/IT2.4.I.1/PM.05.02/20

PROJECT

[illegible]

The Laboratory Of Ships Strength And Construction  
ET. Kelautan ITS

1.

2.

3.

4.

**LAMPIRAN D**  
**DATA HASIL UJI TEKUK**



REPORT ON TEST RESULT NO.:

IT2.4.1.1/PM.05.02/20

DATE \_\_\_\_\_

ORDER FROM \_\_\_\_\_

TEST REFERENCE \_\_\_\_\_

WOOD SPECIES \_\_\_\_\_

THICKNESS \_\_\_\_\_

SPEED \_\_\_\_\_

[illegible]

Equipment: Universal Testing Machine "MFL Systeme, UPD-20", 200 kN capacity.

NOTES: This report is valid only for the specimen tested on the Laboratory of Ships Strength and Construction

BENDING STRENGTH =  $3 \cdot F_u \cdot I / (W \cdot T^2) \cdot 1000$

SHEAR STRENGTH =  $F_u / (W \times T) \times 1000$

Witnessed by :

The Laboratory Of Ships Strength And Construction  
FT. Kelautan ITS

Tester

1.

2.

3.

4.

5





**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**LABORATORIUM KONSTRUKSI DAN KEKUATAN KAPAL**  
**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN**  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
Gedung W - Lantai 1, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp./Fax. 031 599 4933

**REPORT ON TEST RESULT NO. :**

**/IT2.4.1.1/PM.05.02/20**

DATE : \_\_\_\_\_  
ORDER FROM : \_\_\_\_\_  
TEST REFERENCE : \_\_\_\_\_  
WOOD SPECIES : \_\_\_\_\_  
THICKNESS : \_\_\_\_\_  
SPEED : \_\_\_\_\_

SPEED

1. BENDING TEST		Distance of Former :		mm		Diameter Mandrel :		mm.			
TEST PIECE CODE	VISUAL	SAMPLE SPECIFICATION						BENDING TEST RESULTS			
		LENGTH (mm)	WIDTH (mm)	THICK (mm)	W x T (mm)	W x T (mm)	FU (kN)	DEFLEC TION (mm)	BENDING STRENGTH (Mpa)	SHEAR STRENGTH (Mpa)	BREAKING
SIL.1			29,23	18,6			1,3	18,6	92,560		
SIL.2			29,03	18,42			1,0	13,4	73,098		
SIL.3			28,67	18,77			0,4	15,4	28,513		
SIL.4			29,37	18,99			0,9	12,4	61,182		
SIL.5			28,54	18,69			1,2	15,5	86,664		

Equipment: Universal Testing Machine "MFL Systeme, UPD-20", 200 kN capacity.

NOTES : This report is valid only for the specimen tested on the Laboratory of Ships Strength and Construction

$$\text{BENDING STRENGTH} = 3 \cdot F_u \cdot \frac{1}{2} / (W \cdot T^2) \cdot 1000$$

$$\text{SHEAR STRENGTH} = F_u / (W \cdot T) \cdot 1000$$

Witnessed by :

The Laboratory Of Ships Strength And Construction  
FT. Kelautan ITS

Tester

1.

2.

3.

4.

5.



REPORT ON TEST RESULT NO. :

11/2.4.1.1/PM.05.02/20

DATE \_\_\_\_\_

ORDER FROM

### TEST REFERENCE

WOOD SPECIES

THICKNESS

**SPEED**

## 1. BENDING TEST

Distance of Former : mm

Diameter Mandrel : mm

[illegible]

Equipment: Universal Testing Machine "MFL Systeme, UPD-20", 200 kN capacity.

Equipment: Universal Testing Machine MLE System

NOTES: This report is valid only for the specimen tested on the Laboratory of Ships Strength and Construction

BENDING STRENGTH =  $3 \cdot F_u \cdot I / (W \cdot T^2) \cdot 1000$

SHEAR STRENGTH =  $F_u / (W \times T) \times 1000$

Witnessed by :

The Laboratory Of Ships Strength And Construction  
FT. Kelautan ITS

Tester

1.

2.

3

4

5





**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**LABORATORIUM KONSTRUKSI DAN KEKUATAN KAPAL**  
**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
Gedung W - Lantai 1, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp./Fax. 031 599 4933

**REPORT ON TEST RESULT NO. :**

**/IT2.4.1.1/PM.05.02/20**

DATE : \_\_\_\_\_  
ORDER FROM : \_\_\_\_\_  
TEST REFERENCE : \_\_\_\_\_  
WOOD SPECIES : \_\_\_\_\_  
THICKNESS : \_\_\_\_\_  
SPEED : \_\_\_\_\_

SPEED

1. BENDING TEST		Distance of Former :		mm		Diameter Mandrel :		mm.			
TEST PIECE CODE	VISUAL	SAMPLE SPECIFICATION						BENDING TEST RESULTS			
		LENGTH (mm)	WIDTH (mm)	THICK (mm)	W x T <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> )	W x T <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>u</sub> (kN)	DEFLEC TION (mm)	BENDING STRENGTH (Mpa)	SHEAR STRENGTH (Mpa)	BREAKING
DS.1			28,97	21,34			0,7	9,0	32,203		
DS.2			29,04	21,21			0,6	8,4	33,068		
DS.3			28,56	20,76			0,6	10,1	35,097		
DS.4			29,40	20,82			0,8	9,6	45,197		
DS.5			28,73	20,79			0,8	8,8	46,609		
									</		

Equipment: Universal Testing Machine "MFL Systeme, UPD-20", 200 kN capacity.

NOTES : This report is valid only for the specimen tested on the Laboratory of Ships Strength and Construction

$$\text{BENDING STRENGTH} = 3 \cdot F_u \cdot \frac{1}{2} / (W \cdot T^2) \cdot 1000$$

$$\text{SHEAR STRENGTH} = F_u / (W \cdot T) \cdot 1000$$

Witnessed by :

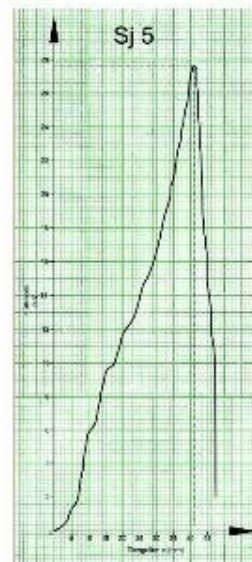
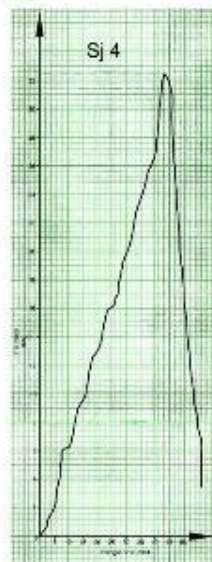
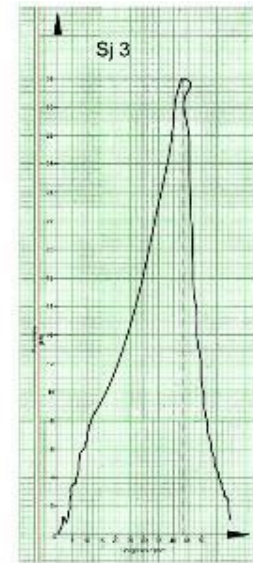
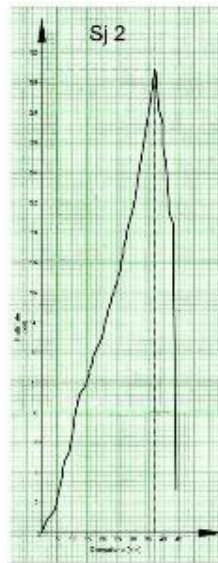
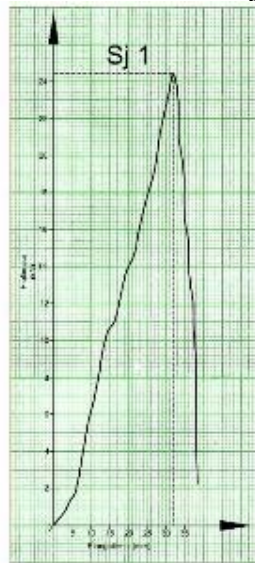
The Laboratory Of Ships Strength And Construction  
FT. Kelautan ITS

Tester

1.  
2.  
3.  
4.  
5.

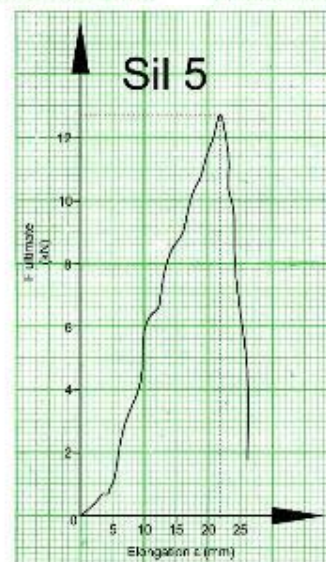
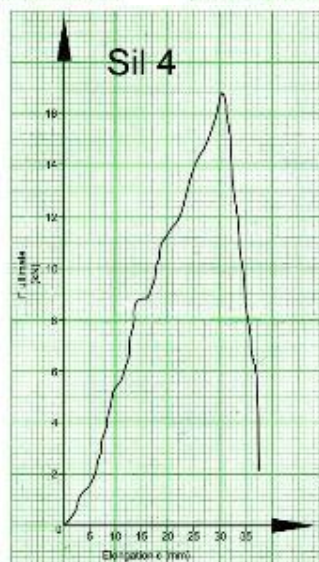
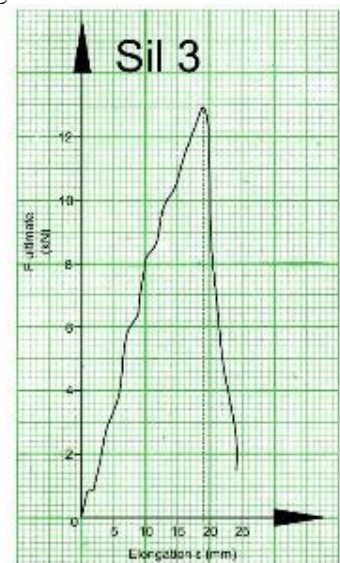
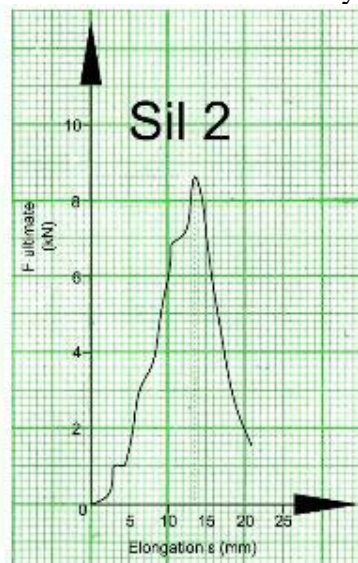
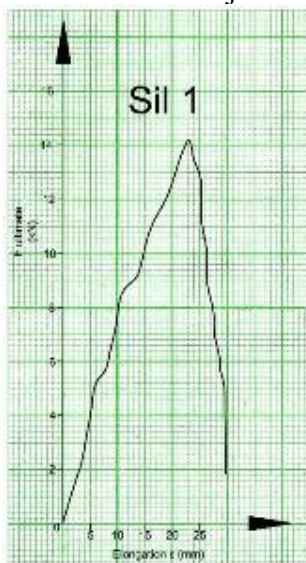
**LAMPIRAN E**  
**GRAFIK *LOAD* HASIL UJI TARIK**

1. Grafik *load* hasil uji tarik variasi susunan arah serat sejajar

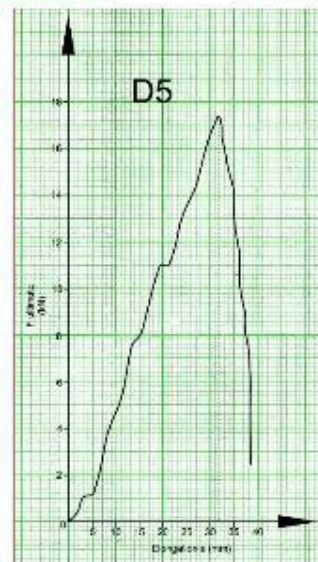
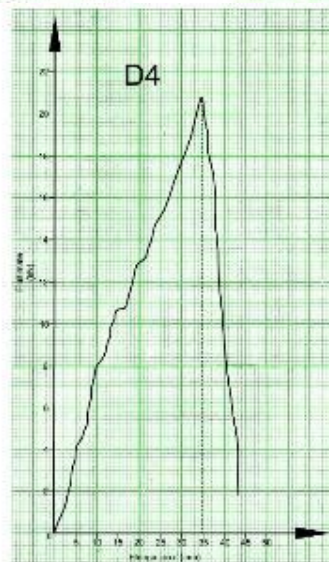
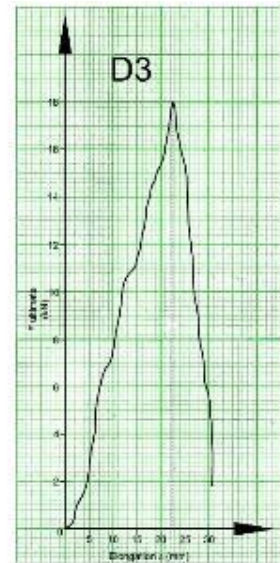
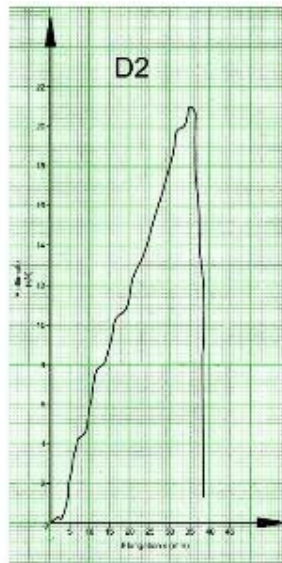
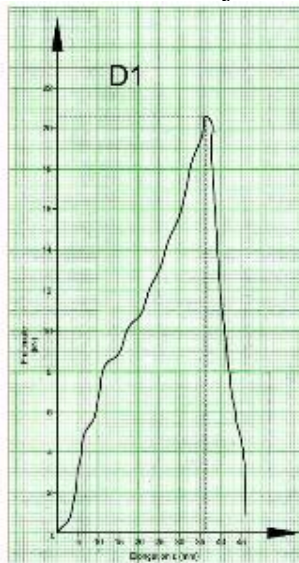




2. Grafik *load* hasil uji tarik variasi susunan arah serat menyilang

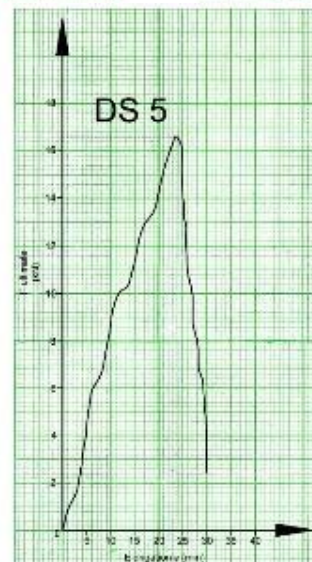
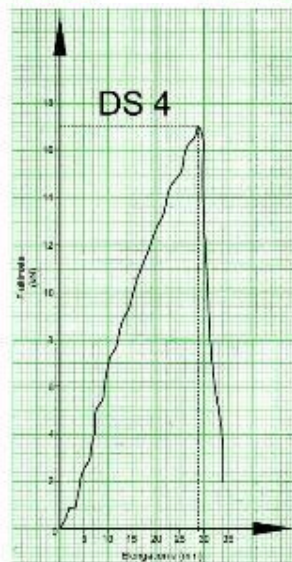
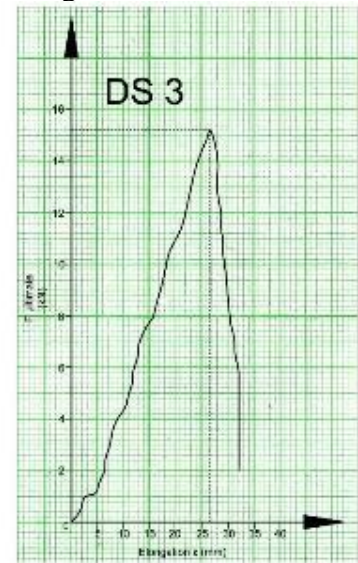
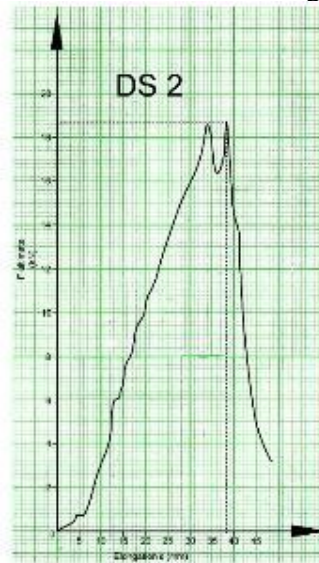
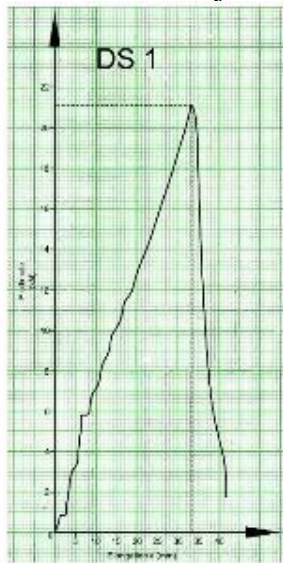


3. Grafik *load* hasil uji tarik variasi susunan arah serat diagonal



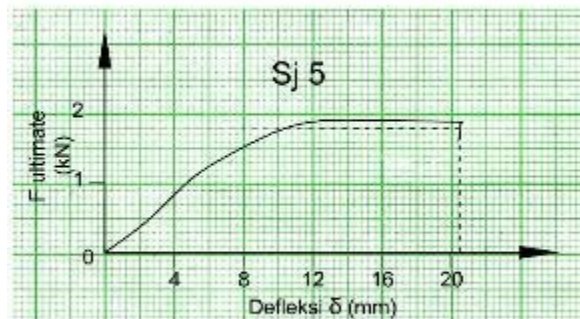
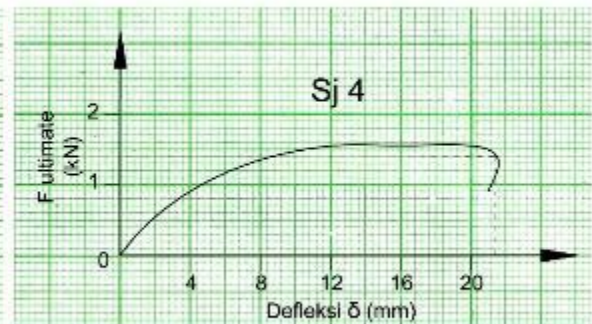
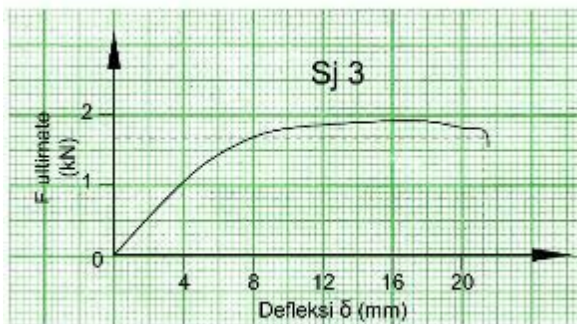
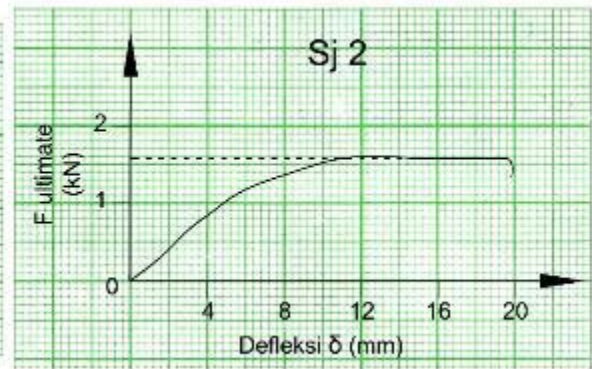
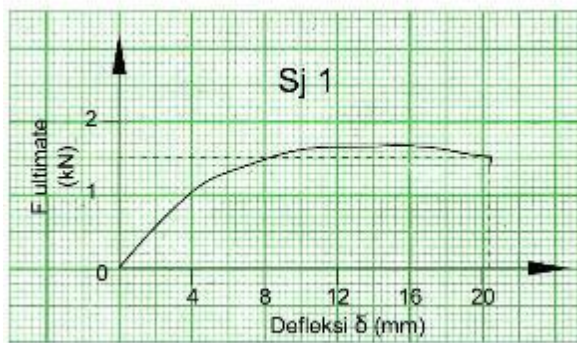


4. Grafik *load* hasil uji tarik variasi susunan arah serat diagonal silang



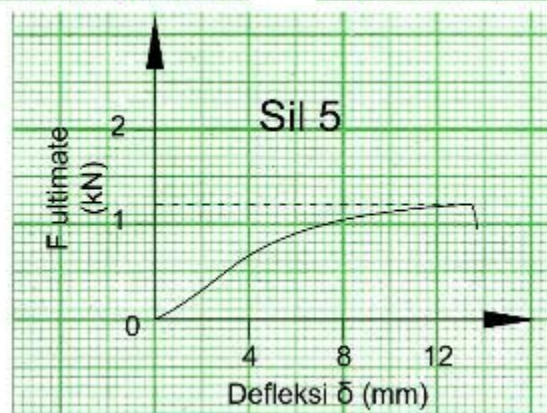
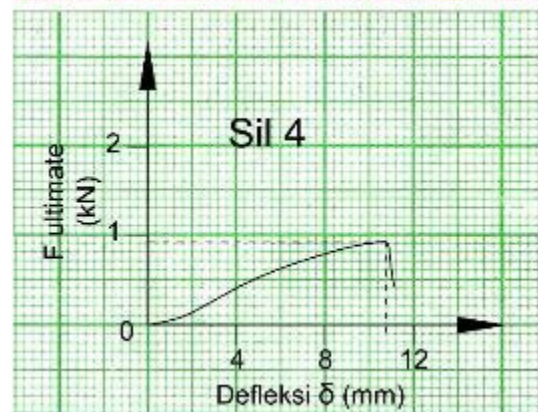
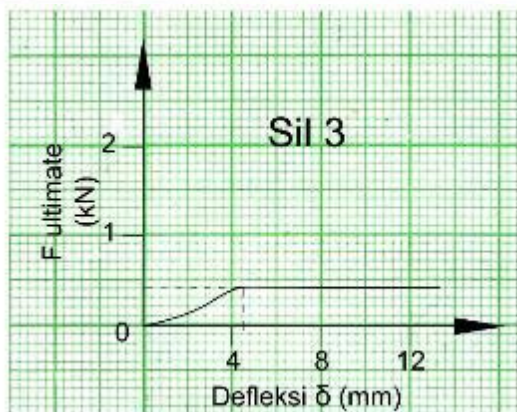
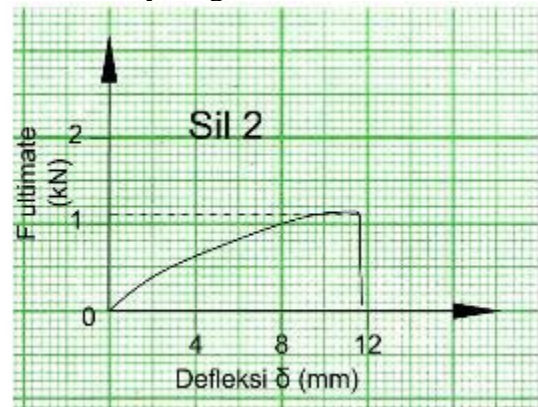
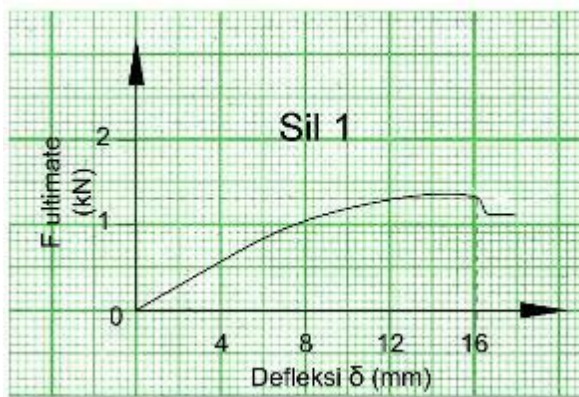
**LAMPIRAN F**  
**GRAFIK *LOAD* HASIL UJI TEKUK**

1. Grafik *load* hasil uji tekuk variasi susunan arah serat sejajar

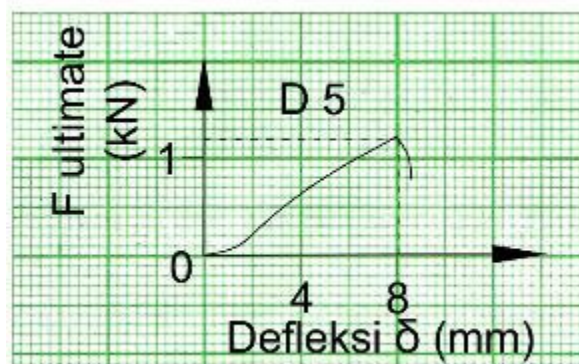
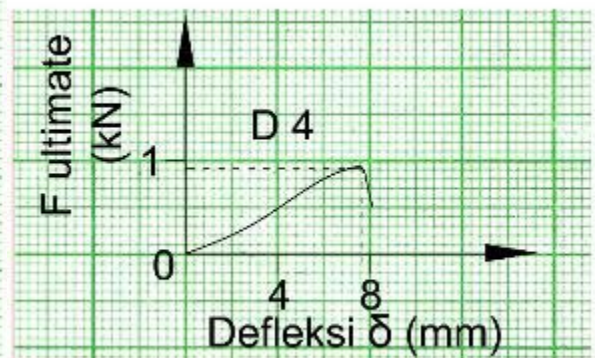
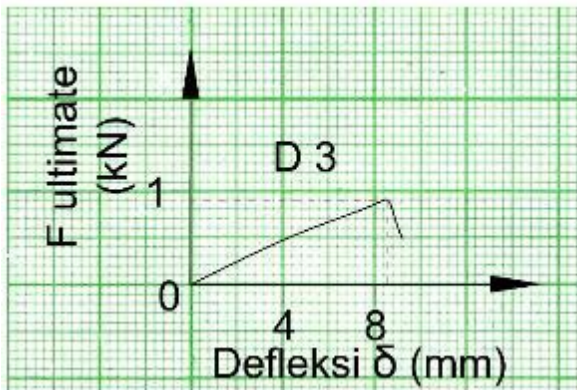
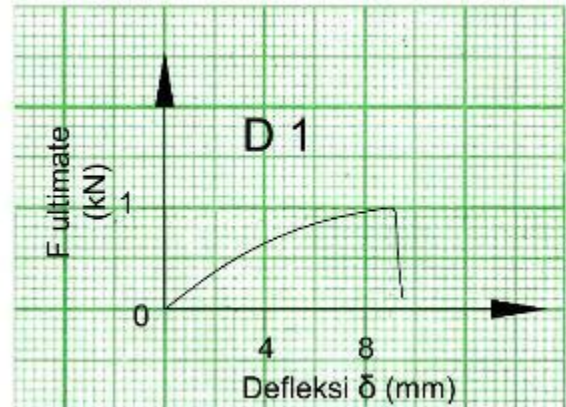
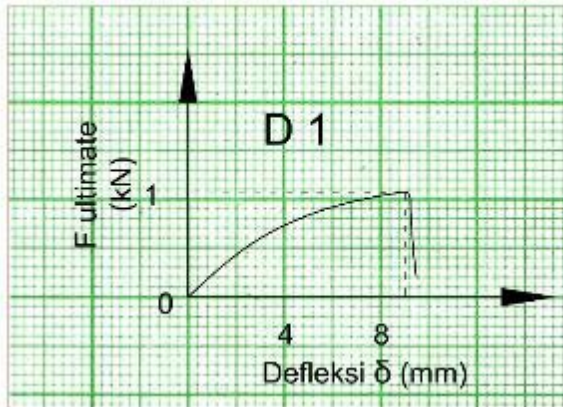




2. Grafik *load* hasil uji tekuk variasi susunan arah serat menyilang

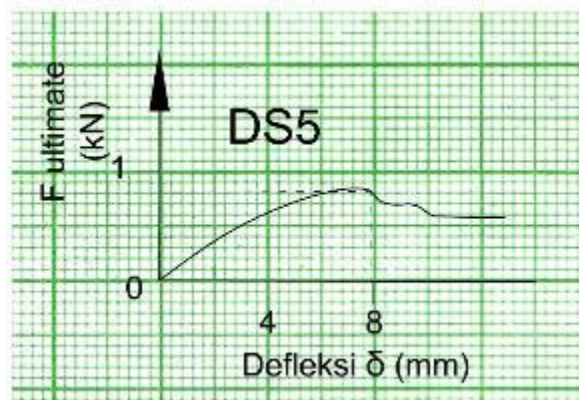
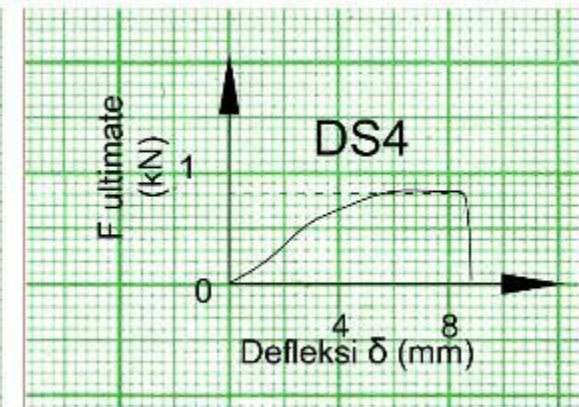
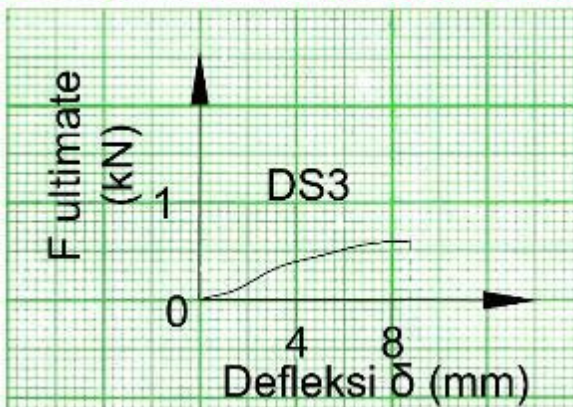
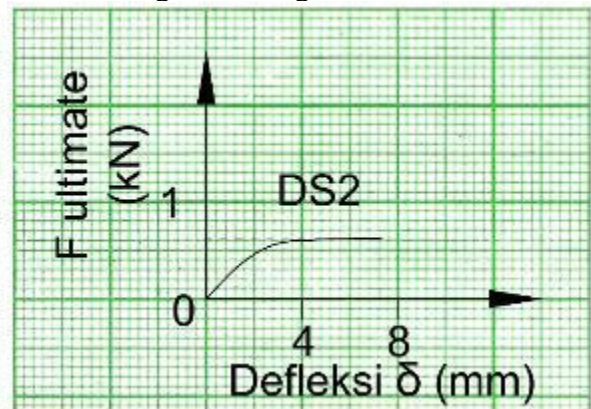
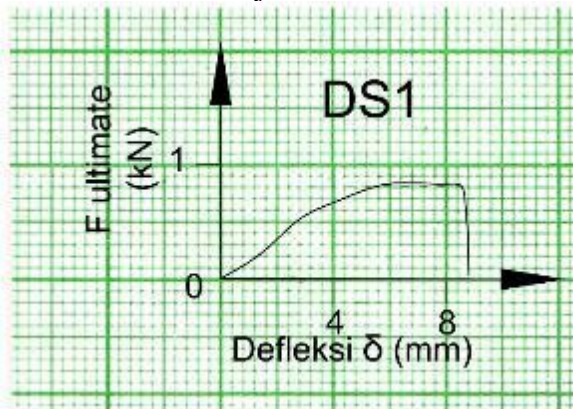


3. Grafik *load* hasil uji tekuk variasi susunan arah serat diagonal





4. Grafik *load* hasil uji tekuk variasi susunan arah serat diagonal silang

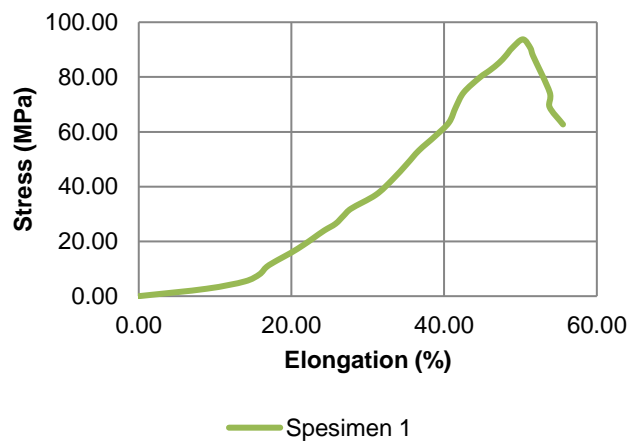


**LAMPIRAN G**  
**ANALISIS HASIL UJI TARIK**

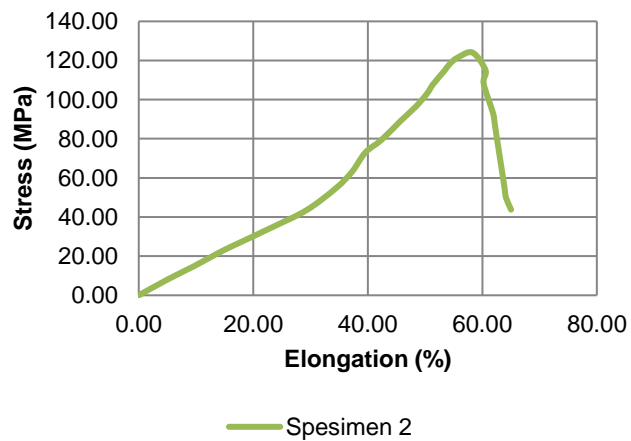
### 1. Analisis hasil uji tarik variasi susunan arah serat sejajar

No	Code	Schedule Laminasi	W (mm)	T (mm)	L0 (mm)	CSA (mm <sup>2</sup> )	Elongation (mm)	F <sub>ultimate</sub> (KN)	Stress (Mpa)	MOE (Gpa)	Strain (%)
1	Sj 1	Laminasi Sejajar	13,52	19,25	64	260,26	32,2	24,4	93,752	11,926	50,313
2	Sj 2		13,13	18,91	64	248,2883	37,3	30,8	124,049	13,622	58,281
3	Sj 3		13,35	18,3	64	244,305	43,6	32	130,984	12,305	68,125
4	Sj 4		12,95	20,5	64	265,475	43,5	32,4	122,045	11,492	67,969
5	Sj 5		13,35	20,2	64	269,67	41,2	27,6	102,347	10,175	64,375
Rata-rata :							39,56	29,44	114,636	11,904	61,813

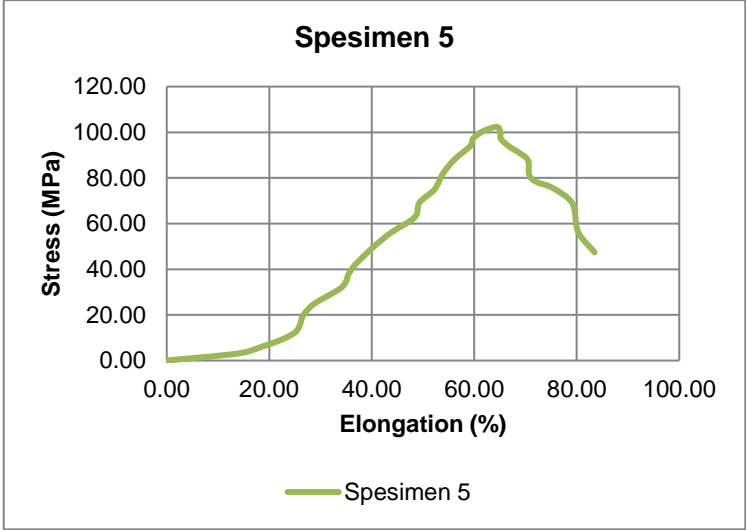
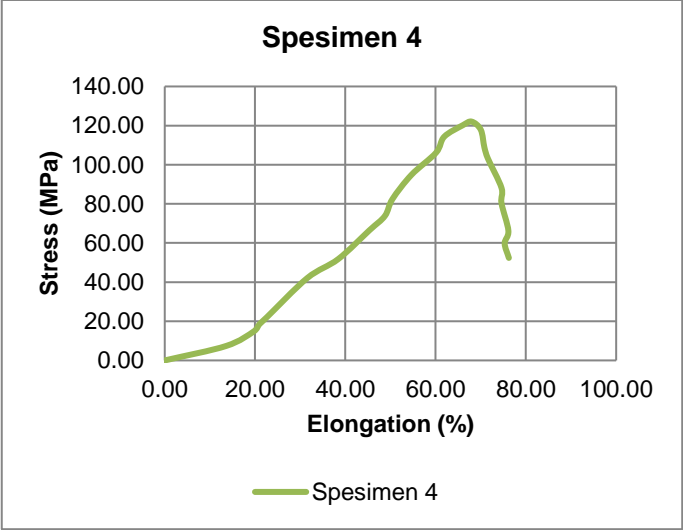
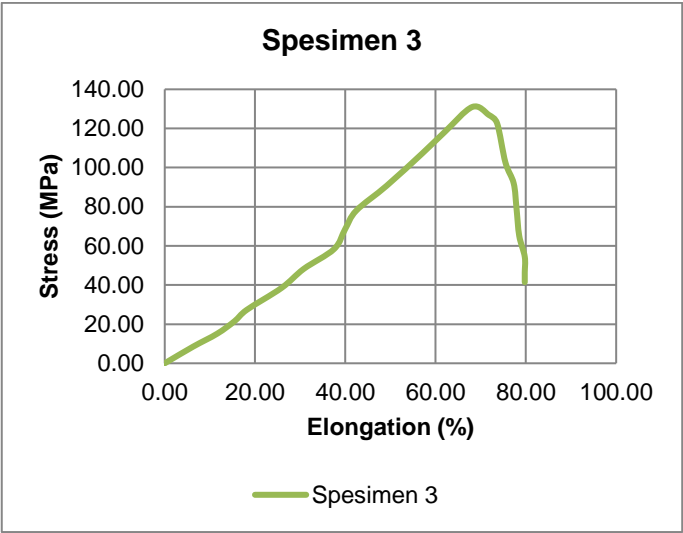
**Spesimen 1**



**Spesimen 2**

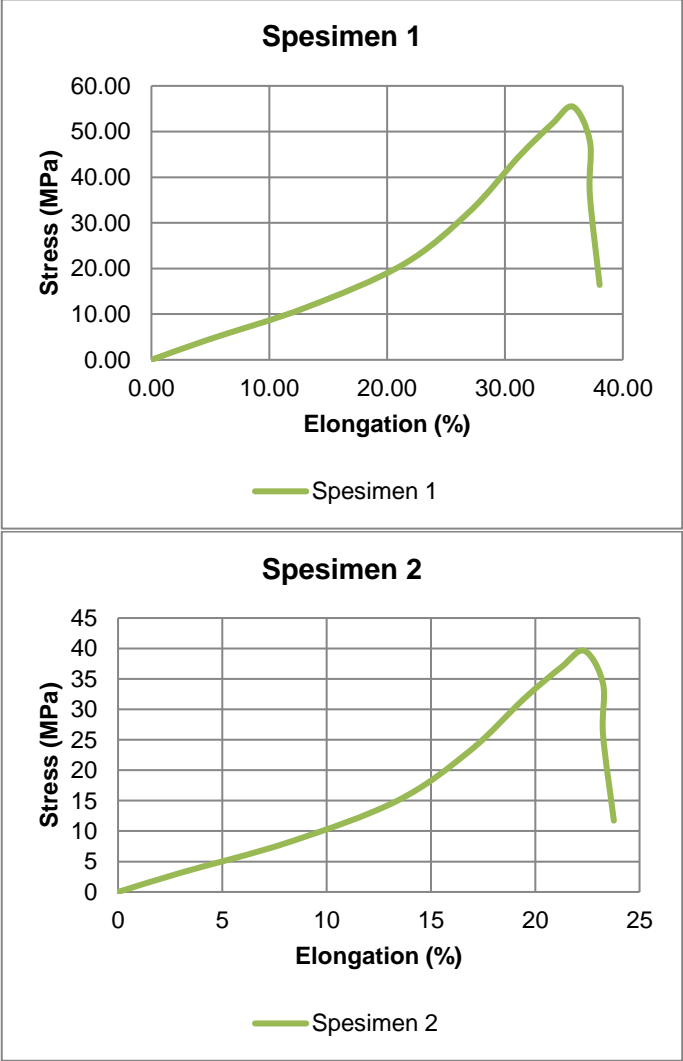




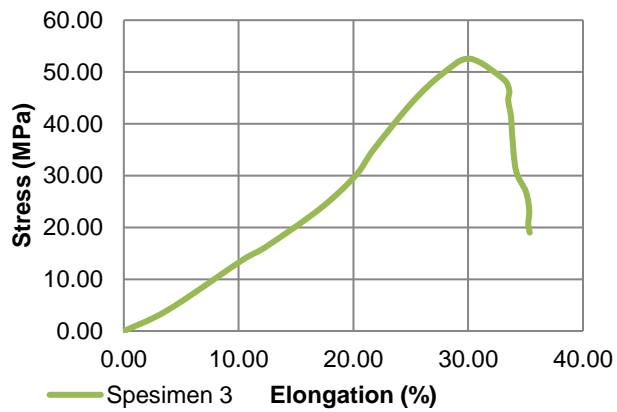


2 Analisis hasil uji tarik variasi susunan arah serat menyilang

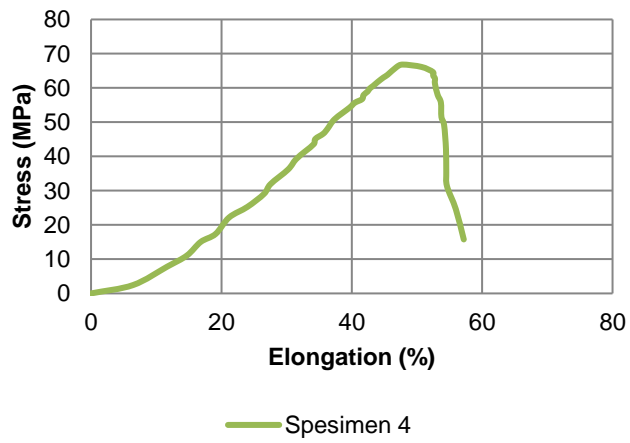
No	Code	Schedule Laminasi	W (mm)	T (mm)	L0 (mm)	CSA (mm <sup>2</sup> )	Elongation (mm)	F <sub>ultimate</sub> (KN)	Stress (Mpa)	MOE (Gpa)	Strain (%)
1	Sil 1	Laminasi Menyilang	12,65	20,25	64	256,163	22,9	14,2	55,434	9,915	35,781
2	Sil 2		10,38	20,92	64	217,150	13,6	8,6	39,604	11,928	21,250
3	Sil 3		11,7	20,98	64	245,466	19,3	12,9	52,553	11,153	30,156
4	Sil 4		13,19	19,06	64	251,401	30,6	16,8	66,825	8,945	47,813
5	Sil 5		11,38	20,42	64	232,380	22,2	12,7	54,652	10,084	34,688
Rata-rata :							21,720	13,040	53,814	10,405	33,938



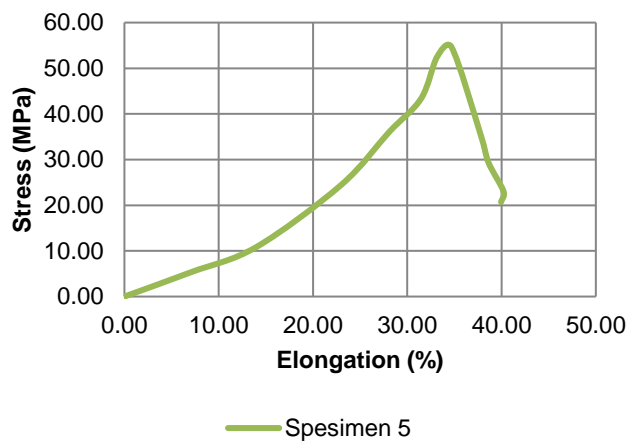
**Spesimen 3**



**Spesimen 4**

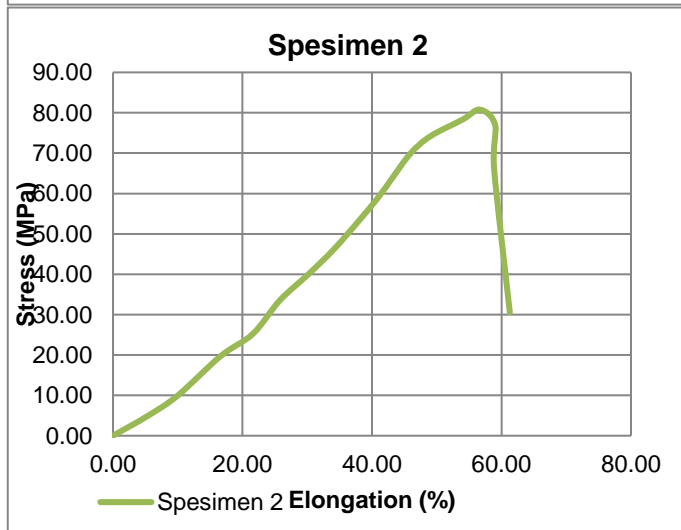
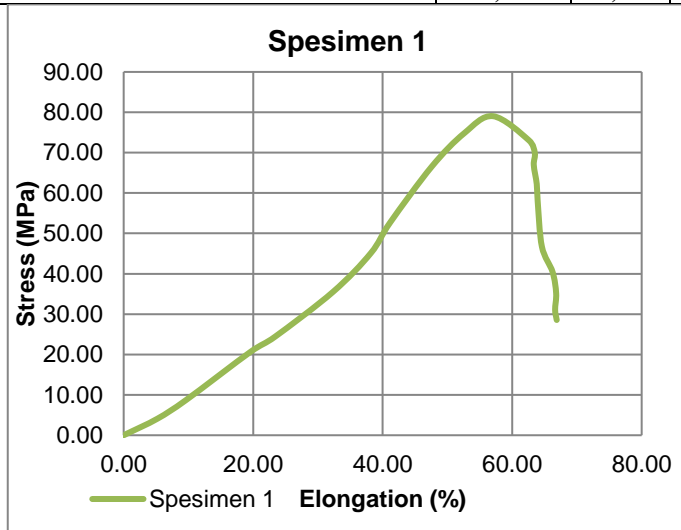


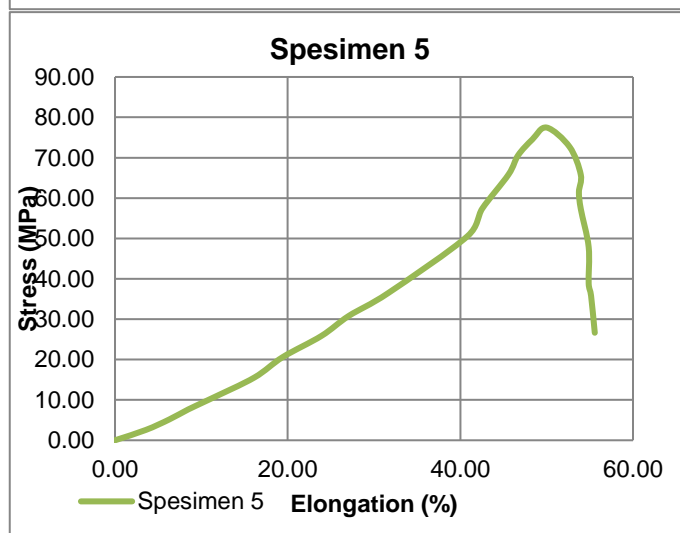
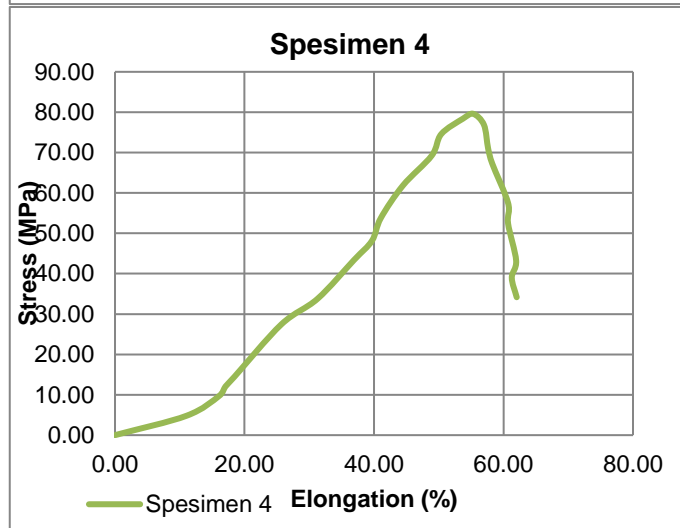
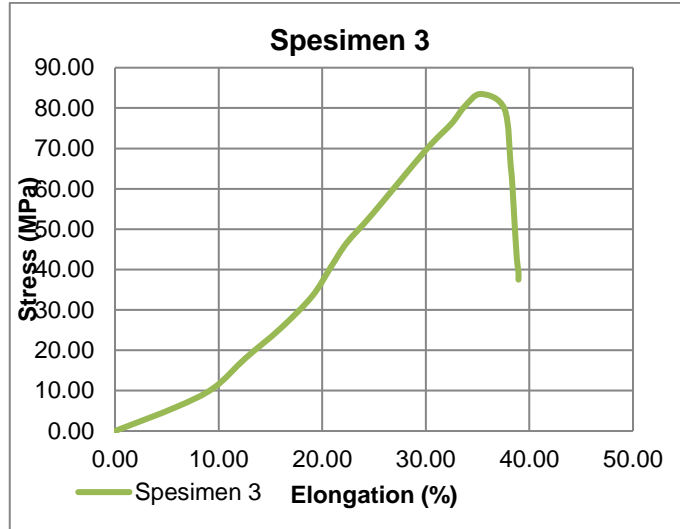
**Spesimen 5**



### 3. Analisis hasil uji tarik variasi susunan arah serat diagonal

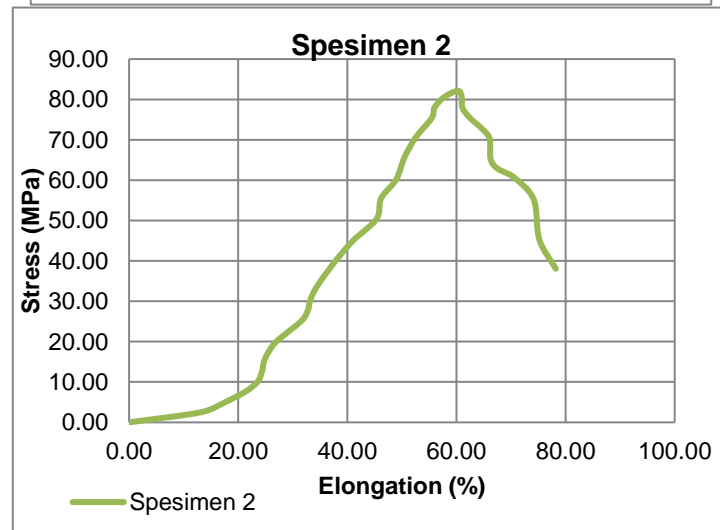
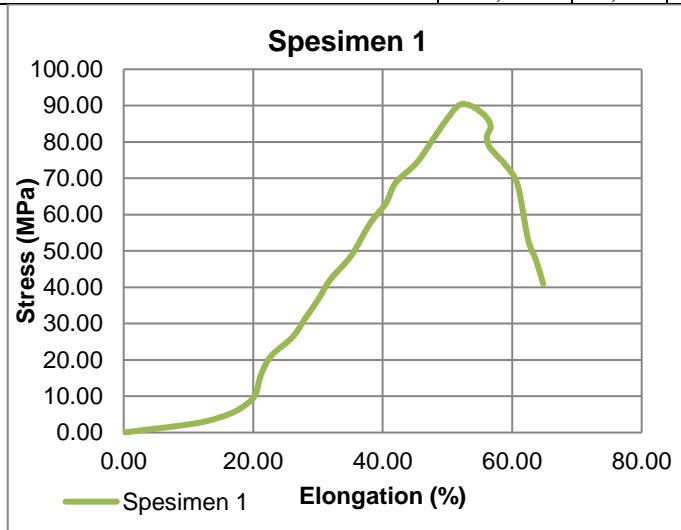
No	Code	Schedule Laminasi	W (mm)	T (mm)	L0 (mm)	CSA (mm <sup>2</sup> )	Elongation (mm)	Fultimate (KN)	Stress (Mpa)	MOE (Gpa)	Strain (%)
1	D 1	Laminasi 45 <sup>o</sup>	12,820	20,330	64	260,631	36,5	20,6	79,039	8,870	57,031
2	D 2		12,890	20,170	64	259,991	36,3	21,0	80,772	9,114	56,719
3	D 3		12,250	17,600	64	215,600	22,6	18,0	83,488	15,131	35,313
4	D 4		13,000	20,100	64	261,300	35,4	20,8	79,602	9,210	55,313
5	D 5		12,490	18,190	64	227,193	32,0	17,6	77,467	9,916	50,000
Rata-rata :							32,560	19,600	80,074	10,448	50,875

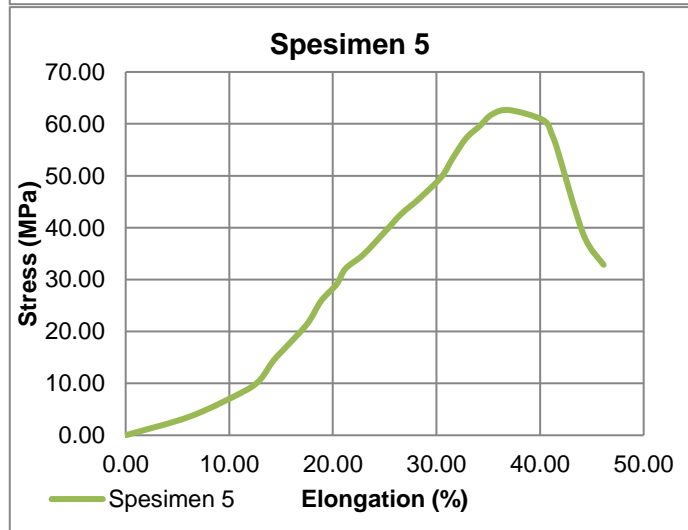
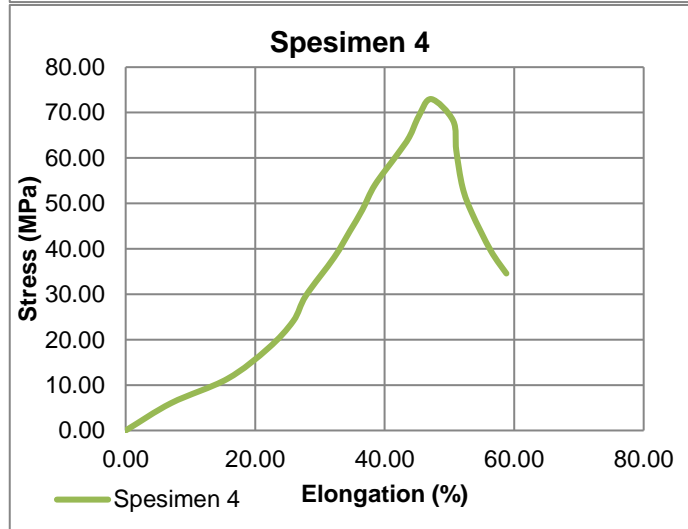
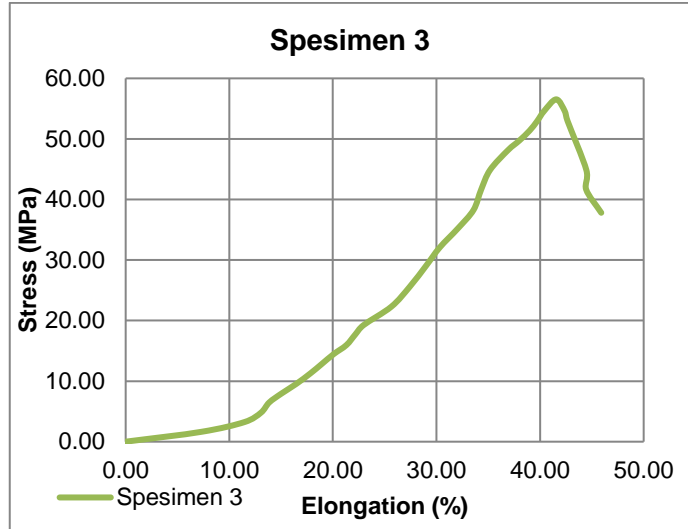




#### 4. Analisis hasil uji tarik variasi susunan arah serat diagonal silang

No	Code	Schedule Laminasi	W (mm)	T (mm)	L0 (mm)	CSA (mm <sup>2</sup> )	Elongation (mm)	F <sub>ultimate</sub> (KN)	Stress (Mpa)	MOE (Gpa)	Strain (%)
1	DS 1	Laminasi 45 <sup>0</sup> bersilangan	11,26	20,72	64	233,307	33,6	21,1	90,439	11,025	52,5
2	DS 2		10,84	21	64	227,640	38,6	18,7	82,147	8,717	60,313
3	DS 3		13,33	20,17	64	268,866	26,6	15,2	56,534	8,705	41,563
4	DS 4		11,32	20,58	64	232,966	30,2	17	72,972	9,897	47,188
5	DS 5		13,15	20,15	64	264,973	23,7	16,6	62,648	10,827	37,031
Rata-rata :							30,540	17,720	72,948	9,834	47,719





**LAMPIRAN H**  
**REKAPITULASI ANALISIS HASIL UJI TARIK**



Jenis Laminasi	Spesimen No	Hasil Pengujian					
		Stress (Mpa)	MOE (Gpa)	Strain (%)	Rata-rata Stress (Mpa)	Rata-rata MOE (Gpa)	Rata-rata Strain (%)
Laminasi Sejajar	1	93,752	11,926	50,313	114,64	11,90	61,81
	2	124,049	13,622	58,281			
	3	130,984	12,305	68,125			
	4	122,045	11,492	67,969			
	5	102,347	10,175	64,375			
Laminasi Menyilang	1	55,434	9,915	35,781	53,81	10,40	33,94
	2	39,604	11,928	21,250			
	3	52,553	11,153	30,156			
	4	66,825	8,945	47,813			
	5	54,652	10,084	34,688			
Laminasi Diagonal	1	79,039	8,870	57,031	80,07	10,45	50,88
	2	80,772	9,114	56,719			
	3	83,488	15,131	35,313			
	4	79,602	9,210	55,313			
	5	77,467	9,916	50,000			
Laminasi Diagonal Silang	1	90,439	11,025	52,500	72,95	9,83	47,72
	2	82,147	8,717	60,313			
	3	56,534	8,705	41,563			
	4	72,972	9,897	47,188			
	5	62,648	10,827	37,031			

**LAMPIRAN I**  
**REKAPITULASI ANALISIS HASIL UJI TEKUK**

Jenis Laminasi	Spesimen No	Hasil Pengujian					
		Defleksi (mm)	MOR (Mpa)	MOE (Gpa)	Rata-rata defleksi	Rata-rata MOR	Rata-rata MOE
Laminasi Sejajar	1	23,600	106,468	8,576	23,82	111,61	8,91
	2	22,500	104,041	8,747			
	3	24,500	119,994	9,292			
	4	24,800	98,793	7,577			
	5	23,700	128,735	10,346			
Laminasi Menyilang	1	18,600	92,560	10,274	15,06	68,40	9,38
	2	13,400	73,098	11,372			
	3	15,400	28,513	3,788			
	4	12,400	61,182	9,977			
	5	15,500	86,664	11,488			
Laminasi Diagonal	1	10,400	70,097	13,915	9,50	70,41	15,28
	2	9,400	77,990	17,296			
	3	9,800	61,949	12,932			
	4	8,700	59,480	13,825			
	5	9,200	82,557	18,437			
Laminasi Diagonal Silang	1	9,000	38,203	7,638	9,18	39,63	7,94
	2	8,400	33,068	7,127			
	3	10,100	35,097	6,428			
	4	9,600	45,197	8,683			
	5	8,800	46,609	9,806			

## **LAMPIRAN J**

### **DOKUMENTASI SURVEY**

	<p>Lokasi pelaksanaan survey</p>
	<p>Kapal yang akan di survey</p>
	<p>Bentuk lambung kapal</p>
	<p>Proses pengukuran</p>
	<p>Proses pengukuran lebar setempat</p>

**Koordinat gading hasil survey**

No Gading	0				1				2				3			
z	0,00	0,00	0,33	0,89	0,00	0,00	1,10	1,38	0,00	0,93	1,40	1,61	0,00	1,29	1,59	1,75
y	0,00	1,00	2,00	3,00	0,00	1,00	2,00	3,00	0,00	1,00	2,00	3,00	0,00	1,00	2,00	3,00

No Gading	4				5				6				7			
z	0,00	1,45	1,69	1,83	0,00	1,45	1,69	1,83	0,00	1,62	1,81	1,93	0,00	1,71	1,87	1,98
y	0,00	1,00	2,00	3,00	0,00	1,00	2,00	3,00	0,00	1,00	2,00	3,00	0,00	1,00	2,00	3,00

No Gading	8				9				10				11			
z	0,00	1,72	1,89	2,00	0,00	1,71	1,88	1,99	0,00	1,67	1,84	1,96	0,00	1,58	1,76	1,87
y	0,00	1,00	2,00	3,00	0,00	1,00	2,00	3,00	0,00	1,00	2,00	3,00	0,00	1,00	2,00	3,00

No Gading	12				13				14			
z	0,00	1,27	1,47	1,58	0,00	0,73	1,05	1,16	0,00	0,00	0,09	0,30
y	0,00	1,00	2,00	3,00	0,00	1,00	2,00	3,00	0,00	1,00	2,00	3,00

**LAMPIRAN K**  
***LINES PLAN* KAPAL IKAN 20 GT LAMONGAN**

**LAMPIRAN L**  
**PERHITUNGAN UKURAN KONSTRUKSI**



1. Perhitungan ukuran konstruksi laminasi *hybrid*

DATA KAPAL			Material Laminasi		
Panjang Kapal (Loa)	=	12 meter	Massa jenis	=	0,798 g/cm <sup>3</sup>
panjang garis air (Lwl )	=	11,4 meter	Bending strength (σ <sub>bd</sub> )	=	111,6 N/mm <sup>2</sup>
panjag geladak	=	11,9 meter	Tensile strength (σ <sub>bd</sub> )	=	114,6 N/mm <sup>3</sup>
lebar kapal ( B )	=	4 meter	Material Kayu Solid		
tinggi kapal ( H )	=	3,75 meter	Massa jenis	=	0,95 g/cm <sup>3</sup>
syarat ( T )	=	1,585 meter	Bending strength (σ <sub>bd</sub> )	=	55,4 N/mm <sup>2</sup>
L/H	=	3,04	Tensile strength (σ <sub>bd</sub> )	=	78 N/mm <sup>3</sup>
t	=	PANJANG BANGUNAN ATAS DAN ATAU RUMAH GELADAK PADA GARIS TENGAH KAPAL (m)	=	4 meter	
h	=	TINGGI BANGUNAN ATAS DAN ATAU RUMAH GELADAK PADA GARIS TENGAH KAPAL (m)	=	1,7 meter	

Item

UKURAN LUNAS DAN LINGGI DEPAN					
$\sigma_1 W_1 = \sigma_2 W_2$					
W	=	1/6*web*face^2			
Bagian Konstruksi		=	2%		
UNTUK PELAYARAN PANTAI					
Modulus kayu solid	=	2742,67 cm <sup>3</sup>	Modulus yang didapatkan	=	1900 cm <sup>3</sup>
Modulus laminasi	=	1866,15 cm <sup>3</sup>	Jadi Modulus hasil dibandingkan modulus seharusnya	=	MEMENUHI
ukuran lunas					
1	Hanya lunas luar	=	lebar	x	tinggi
			200	x	285
			mm		
Modulus kayu solid	=	1684,667 cm <sup>3</sup>	Modulus yang didapatkan	=	1188 cm <sup>3</sup>
Modulus laminasi	=	1146,27 cm <sup>3</sup>	Jadi Modulus hasil dibandingkan modulus seharusnya	=	MEMENUHI
Linggi haluan		=	lebar	x	tinggi
			180	x	220
			mm		

KULIT SISI DAN ALAS					
KAPAL PELAYARAN PANTAI					
$t_1^2 \cdot \sigma_{Rm1} = t_2^2 \cdot \sigma_{Rm2}$					
Tebal kulit kayu solid	=	42 mm			
Tebal kulit laminasi	=	30 mm			

GADING						
MODULUS GADING						
$\sigma_1 W_1 = \sigma_2 W_2$						
MODULUS GADING						
NILAI B/3 +H	=	5,083	B/3 +H PADA TABEL	=	5,2	
MODULUS PENAMPANG UNTUK JARAK GADING 100 mm ( W100 )						
YANG DILENGKUNG		TUNGGAL L (cm3)	BERGANDA (cm3)			
		182	152			
BERLAPIS		91	cm3			
Dari Baja		11,4	cm3			
PENAMPANG GADING GADING						
MODULUS SESUAI JARAK GADING						
		JENIS GADING	GADING DENGAN TEBAL SISI		GADING DENGAN TEBAL SISI TIDAK	
			TUNGGAL	BERGANDA	TUNGGAL	BERGANDA
Kayu Jati Solid	MODULUS YANG DI LENGKUNG		691,6	646	691,6	646
Laminasi Hybrid	MODULUS YANG DI LENGKUNG		470,6	439,5	470,6	439,5
PEMBACAAN TABEL						
		MODULUS YANG DI LENGKUNG	530	486	530	486

PENAMPANG GADING		UKURAN GADING YANG DILENGKUNG		TEBAL	TINGGI	
					1	2
GADING DENGAN TEBAL SISI SAMA TUNGGAL				110	170	128
GADING DENGAN TEBAL SISI SAMA BERGANDA				90	180	135
GADING DENGAN TEBAL SISI TIDAK SAMA TUNGGAL				110	170	128
GADING DENGAN TEBAL SISI TIDAK SAMA BERGANDA				90	180	135

WRANG	
KAPAL PELAYARAN PANTAI	
INDEKS (B/3 + H)	= 5,08333333
PEMBACAAN TABEL 4	= 5,4
tinggi wrang	
Hanya lunas luar	lunas luar dan lunas dalam
-	285
(mm)	(mm)

GALAR				
KAPAL PELAYARAN PANTAI				
$\sigma_1 W_1 = \sigma_2 W_2$				
Modulus galar balok Kayu Jati	= 182,95 cm <sup>3</sup>	Modulus galar balok Laminasi	= 187,5 cm <sup>3</sup>	MEMENUHI
Modulus galar Kayu Jati	= 147,456 cm <sup>3</sup>	Modulus galar Laminasi	= 151,875 cm <sup>3</sup>	MEMENUHI
Modulus galar balok bawah Kayu Jati	= 0 cm <sup>3</sup>	Modulus galar balok bawah Laminasi	= 0 cm <sup>3</sup>	MEMENUHI
Modulus galar kim Kayu Jati	= 132,6675 cm <sup>3</sup>	Modulus galar kim Laminasi	= 147 cm <sup>3</sup>	MEMENUHI

galar balok		galar		galar balok bawah			galar balok kim	
tinggi	tebal	tinggi	tebal	jumlah	tinggi	tebal	tinggi	tebal
150	50	135	50	0	0	0	140	45

GELADAK			
KAPAL PELAYARAN PANTAI			
$t_1^2 \cdot \sigma_{Rm1} = t_2^2 \cdot \sigma_{Rm2}$			
JARAK BALOK	TEBAL GELADAK	TUTUP SISI GELDAK	
		LEBAR	TEBAL
600	26	184	36

2. Perhitungan ukuran konstruksi kayu jati solid

DATA KAPAL											
Panjang Kapal (Loa)	=	12	meter								
panjang garis air (Lwl )	=	11,4	meter								
panjang geladak	=	11,9	meter								
lebar kapal ( B )	=	4	meter								
tinggi kapal ( H )	=	3,75	meter								
syarat ( T )	=	1,585	meter								
L/H	=	3,04									
l	=	PANJANG BANGUNAN ATAS DAN ATAU RUMAH GELADAK PADA GARIS TENGAH KAPAL (m)						=	4	meter	
h	=	TINGGI BANGUNAN ATAS DAN ATAU RUMAH GELADAK PADA GARIS TENGAH KAPAL (m)						=	1,7	meter	

Item											
UKURAN LUNAS DAN LINGGI DEPAN											
nilai $P = L \times (B/3 + H)$											
$L = (L1 + L2)/2$	=	11,65	meter								
L1 = panjang garis air ( Lwl)	=	11,4	meter								
L2 = panjang geladak	=	11,9	meter								
B = lebar kapal maksimal bagian luar	=	4	meter								
H = tinggi vertikal pada kapal kayu di ukur dari sisi bawah sponeng ke sisi atas papan atas papan geladak pada sisi kapal											
H=	3,75	meter									
P =	59,22			dalam tabel masuk dalam range =	60						
penambahan luas penampang	=	2%									
UNTUK PELAYARAN PANTAI											
penampang menurut tabel	=	750	cm2								
penambahan karena L/H	=	2%									
maka luas penampang	=	750	cm2								
ukuran lunas											
1	Hanya lunas luar	=	lebar	x	tinggi						
			220	x	340					mm	
Linggi haluan											
		=	lebar	x	tinggi						
			190	x	280					mm	

KULIT SISI DAN ALAS											
KAPAL PELAYARAN PANTAI											
JARAK GADING TUNGGAL	=	380	mm								
JARAK GADING BERGANDA	=	425	mm								
KULIT LUAR	=	49	mm			penambahan karena L/H	=	49,98	mm		
UNTUK KAPAL KECIL TEBAL PAPAN KULIT LUAR KESELURUHANNYA BOLEH SAMA											
UNTUK KAPAL YANG BESAR PAPAN LAJUR SISI ATAS DAN PAPAN LUNAS HARUS DIPERKUAT (LIHAT TABEL 6a2)											
JARAK GADING TUNGGAL	=	380	mm								
JARAK GADING BERGANDA	=	425	mm								
Tebal sisi dan alas	=	42	mm								
GADING											
MODULUS GADING											
NILAI B/3 +H	=	5,083		B/3 +H PADA TABEL	=	5,2					
MODULUS PENAMPANG UNTUK JARAK GADING 100 mm ( W100 )											
YANG DILENGKUNG											
		TUNGGAL (cm3)	BERGANDA (cm3)								
		182	152								
BERLAPIS											
Dari Baja		91	cm3								
		11,4	cm3								

PENAMPANG GADING GADING						
MODULUS SESUAI JARAK GADING						
PEMBACAAN TABEL	JENIS GADING	GADING DENGAN TEBAL SISI SAMA		GADING DENGAN TEBAL SISI TIDAK SAMA		
		TUNGGAL	BERGANDA	TUNGGAL	BERGANDA	
	MODULUS YANG DI LENGKUNG		691,6	646	691,6	646
	MODULUS YANG DI LENGKUNG		782	666	782	666
PENAMPANG GADING						
UKURAN GADING YANG DILENGKUNG		TEBAL	TINGGI			
			1	2		
GADING DENGAN TEBAL SISI SAMA TUNGGAL		125	194	145		
GADING DENGAN TEBAL SISI SAMA BERGANDA		100	200	150		
GADING DENGAN TEBAL SISI TIDAK SAMA TUNGGAL		125	194	145		
GADING DENGAN TEBAL SISI TIDAK SAMA BERGANDA		100	200	150		

WRANG					
KAPAL PELAYARAN PANTAI					
INDEKS (B/3 + H)	=	5,083333333	tinggi wrang		
PEMBACAAN TABEL 4	=	5,4	Hanya lunas luar		
			lunas luar dan lunas dalam		
			- 285 (mm)		

GALAR									
KAPAL PELAYARAN PANTAI									
INDEKS L (B/3 + H)	=	59,22							
PEMBACAAN TABEL	=	60							
penampang balok galar	galar balok		galar		galar balok bawah			galar balok kim	
	tinggi	tebal	tinggi	tebal	jumlah	tinggi	tebal	tinggi	tebal
273	295	61	96	96	0	0	0	245	57

GELADAK					
KAPAL PELAYARAN PANTAI					
INDEKS L (B/3 + H)	=	59,22			
PEMBACAAN TABEL	=	60			
JARAK BALOK	TEBAL GELADAK	TUTUP SISI GELDAK			
		LEBAR	TEBAL		
600	51	260	51		

**LAMPIRAN M**  
**PERHITUNGAN EKONOMIS**

## A. Perhitungan ekonomis pembangunan kapal ikan 20 GT berbahan laminasi *hybrid*

### 1. Harga kebutuhan perekat

Harga 1 kg set lem	Rp. 95.000,-	
1 kg lem bisa digunakan untuk	8	papan
Ukuran papan (p x l)	0.65	0.2
Jumlah lapisan tiap papan	4	lapis
Jumlah luasan / kg set lem	4.16	m <sup>2</sup>
Biaya Perekat per m <sup>2</sup>	Rp. 22,836.54,-	

### 2. Biaya tetap

Jenis Biaya	Item	Jumlah	Harga (Rp)	Total (Rp)
Biaya Tetap	Gergaji	2	60,000	120,000
	Bendo	2	100,000	200,000
	Ragum	4	400,000	1,600,000
	Klem Kayu	6	75,000	450,000
	Mesin Hand Planner	1	400,000	400,000
TOTAL BIAYA YANG DIBUTUHKAN				2,770,000

### 3. Biaya variabel

Jenis Biaya	Item	Jumlah	Harga		Kebutuhan	Total (Rp)
Barang Habis Pakai	Kuas	15	10000	per m <sup>3</sup>	-	150,000
	Kapi	10	5000	per m <sup>3</sup>	-	50,000
Biaya Sewa	Listrik	233	1500	per kWH	2.75	961,125
	Sewa mesin planner	233	20000	per jam	-	4,660,000
	Sewa mesin press	60	20000	per jam	-	1,200,000
TOTAL BIAYA YANG DIBUTUHKAN						7,021,125

### 4. Perhitungan upah pekerja / jam orang

Item	Nilai	Unit
Biaya tenaga kerja per hari	150000	Rp.
Jam kerja per hari	6	jam
Biaya jam orang	25000	Rp.
Biaya tenaga kerja per m <sup>3</sup>	9.250.000	Rp.

### 5. Biaya pembangunan bagian konstruksi

## 6. Total biaya pembangunan

### Biaya Pembangunan

Bagian Konstruksi	Sub Biaya Material (Rp)	Volume (m <sup>3</sup> )	Biaya Pekerja (Rp)		Biaya Overhead (Rp)	
			Harga/m <sup>3</sup>	Total Biaya	Harga/m <sup>3</sup>	Total Biaya
Lunas	15.581.154	0,57	9.250.000	5.272.500	7.021.125	4.002.041
Linggi	7.518.923	0,24	9.250.000	2.197.800	7.021.125	1.668.219
Gading	203.273.231	3,68	9.250.000	34.041.480	7.021.125	25.838.863
Galar Balok	6.019.406	0,21	9.250.000	1.961.578	7.021.125	1.488.917
Galar	5.442.406	0,19	9.250.000	1.765.420	7.021.125	1.340.026
Galar Kim	4.951.781	0,18	9.250.000	1.647.726	7.021.125	1.250.691
Kulit	34.481.266	2,39	9.250.000	22.113.240	7.021.125	16.784.846
Geladak	15.152.536	0,91	9.250.000	8.423.168	7.021.125	6.393.526
Dinding Bangunan Atas	7.836.333	0,59	9.250.000	5.411.250	7.021.125	4.107.358
Geladak Bangunan Atas	6.166.263	0,37	9.250.000	3.399.375	7.021.125	2.580.263
<b>Total</b>	<b>306.423.300</b>	<b>9,32</b>		<b>86.233.538</b>		<b>65.454.751</b>
<b>Biaya Pokok (Rp)</b>				<b>2.770.000</b>		
<b>Total Biaya Pembangunan (Rp)</b>				<b>460.881.589,11</b>		



## B. Perhitungan ekonomis kapal ikan 20 GT berbahan kayu jati solid

### 1. Biaya tetap

Jenis Biaya	Item	Jumlah	Harga (Rp)	Total (Rp)
Biaya Tetap	Gergaji	2	60,000	120,000
	Bendo	2	100,000	200,000
	Ragum	4	400,000	1,600,000
	Klem Kayu	6	75,000	450,000
	Mesin Hand Planner	1	400,000	400,000
TOTAL BIAYA YANG DIBUTUHKAN				2,770,000

### 2. Biaya variabel

Jenis Biaya	Item	Jumlah	Harga	Kebutuhan	Total (Rp)
Barang Habis Pakai	Kuas	15	10000 per m <sup>3</sup>	-	150,000
	Kapi	10	5000 per m <sup>3</sup>	-	50,000
Biaya Sewa	Listrik	233	1500 per kWh	2.75	961,125
	Sewa mesin planner	233	20000 per jam	-	4,660,000
	Sewa mesin press	60	20000 per jam	-	1,200,000
TOTAL BIAYA YANG DIBUTUHKAN					7,021,125

### 3. Perhitungan upah pekerja / jam orang

Item	Nilai	Unit
Biaya tenaga kerja per hari	150000	Rp.
Jam kerja per hari	6	jam
Biaya jam orang	25000	Rp.
Biaya tenaga kerja per m <sup>3</sup>	9.250.000	Rp.

#### 4. Biaya pembangunan

##### Biaya Pembangunan

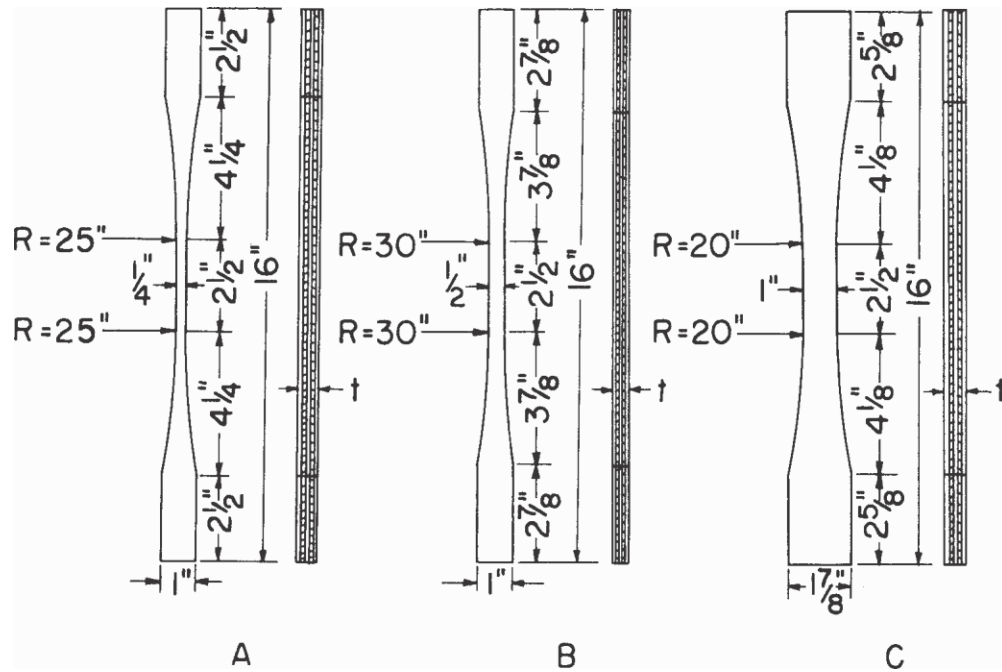
Bagian Konstruksi	Material			Biaya Pekerja		Biaya Overhead	
	Volume (m <sup>3</sup> )	Harga/m <sup>3</sup>	Total Biaya (Rp)	Harga/m <sup>3</sup>	Total Biaya (Rp)	Harga/m <sup>3</sup>	Total Biaya (Rp)
Lunas	0,75	40.000.000	29.920.000	9.250.000	6.919.000	7.021.125	5.251.802
Linggi	0,32	40.000.000	12.768.000	9.250.000	2.952.600	7.021.125	2.241.143
Gading	4,77	40.000.000	190.896.000	9.250.000	44.144.700	7.021.125	33.507.617
Galar Balok	0,51	40.000.000	20.352.345	9.250.000	4.706.480	7.021.125	3.572.409
Galar	0,26	40.000.000	10.423.296	9.250.000	2.410.387	7.021.125	1.829.582
Galar Kim	0,39	40.000.000	15.794.415	9.250.000	3.652.458	7.021.125	2.772.364
Kulit	3,35	40.000.000	133.874.753	9.250.000	30.958.537	7.021.125	23.498.784
Geladak	1,79	40.000.000	71.448.079	9.250.000	16.522.368	7.021.125	12.541.147
Dinding Bangunan Atas	0,83	40.000.000	33.150.000	9.250.000	7.665.938	7.021.125	5.818.757
Geladak Bangunan Atas	0,79	40.000.000	31.500.000	9.250.000	7.284.375	7.021.125	5.529.136
<b>Total</b>	<b>13,75</b>		<b>550.126.888</b>		<b>127.216.843</b>		<b>96.562.741</b>
<b>Biaya Pokok (Rp)</b>					<b>2.770.000</b>		
<b>Total Biaya Pembangunan (Rp)</b>					<b>776.676.472</b>		

**LAMPIRAN N**  
**PERBANDINGAN TOTAL BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL**  
**IKAN 20 GT**

Biaya Pembangunan Kapal Ikan 20 GT

Material	Harga (Rp)	Selisih (Rp)	Presentase (%)
Laminasi <i>Hybrid</i>	460.881.589	315.794.883	40,66
Kayu Jati Solid	776.676.472		

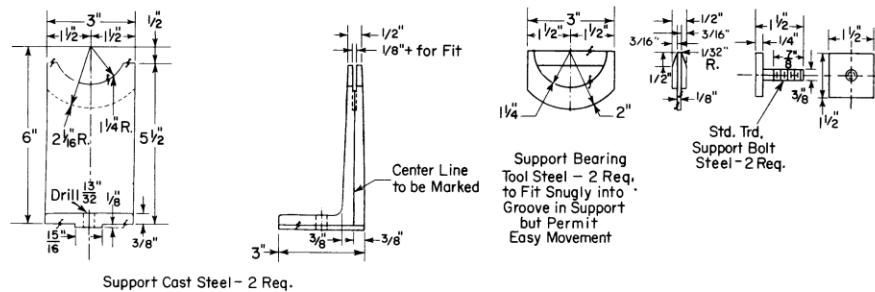
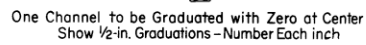
**LAMPIRAN O**  
**STANDAR ASTM D3500**



U.S. Customary Units, in.	Metric Equivalents mm	U.S. Customary Units, in.	Metric Equivalents mm
1/4	6	3 7/8	98
1/2	13	4 1/8	105
1	25	4 1/4	108
1 1/8	48	16	406
2 1/2	64	20	503
2 5/8	67	25	635
2 7/8	73	30	762

**LAMPIRAN P**  
**STANDAR ASTM D3043**





Metric Equivalent		Metric Equivalents, (mm)	
Inch-Pound (in)	(mm)	Inch-Pound (in)	
1/16	1.5	1/4	32
1/8	3	1/2	38
3/16	5	2	50
1/4	6	2 1/16	52
3/8	10	3	76
13/32	10.3	5 1/2	140
1/2	12	6	152
7/8	23	12	305
15/16	24	24	610
1	25		

**LAMPIRAN Q**  
**SURAT KETERANGAN KAYU**



PERHUTANI

## PERUM PERHUTANI

( PERUSAHAAN UMUM KEHUTANAN NEGARA ) UNIT II JAWA TIMUR  
KESATUAN PEMANGKUAN HUTAN KPH LAWU DS

Jl. Rimbamulya No. 05 Madiun

### Surat Keterangan Riwayat Pohon

Jenis Pohon	: Pohon Sonokembang
Anak Petak	: 9C
Luas	: 7.0 Ha
BKPH	: Ponorogo Barat
RPH	: Watu Bonang
Desa	: Watu Jabon
Kecamatan	: Jabon
Kabupaten	: Ponorogo
Tahun Tanam	: 1981
Umur	: 35 Th
Tahun Tebang	: 18 Desember 2016
Untuk	: Kayu Produksi
Kemiringan Lapangan	: 5 Sangat Curam
Jenis Tanah	: Lotosol / Coklat



Madiun, tgl : 4 Januari 2017

Kaur Produksi

SUYATUN

## BIODATA PENULIS



Rizqi Dian Permana, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Madiun pada 26 Oktober 1994 silam, Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Aisyiyah Bustanul Athfal 3 pada tahun 1999, kemudian melanjutkan ke SDN 02 Mojorejo pada tahun 2001, kemudian pada tahun 2007 melanjutkan pendidikan di SMPN 2 Madiun dan SMAN 2 Madiun pada tahun 2010. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2013 melalui jalur SNMPTN undangan.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Industri Perkapalan. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* Departemen Kewirausahaan HIMATEKPAL FTK ITS 2014/2015, *staff* Kementerian Aplikasi Teknologi BEM ITS 2014/2015, Wakil Ketua HIMATEKPAL 2015/2016. Selan itu, Penulis juga pernah tergabung dalam BATHARASURYA ITS BATCH 2 yang mengikuti kompetisi Yanagawa Solarboat Festival di Jepang pada bulan Agustus 2016.

Penulis tercatat pernah menjadi *grader* untuk mata kuliah Menggambar Teknik dan Pengantar CAD, Teknologi Material dan Mekanik, serta Teknologi Las.

Email: rizqi.permana13@mhs.na.its.ac.id/rizqisono@gmail.com